napędy i sterowanie

miesięcznik naukowo-techniczny

Nr 3 (263)
Rok XXIII
Marzec 2021
ISSN 1507-7764
Indeks 36018X
Cena: 10,80 zł
(w tym 8% VAT)

napędy ● automatyka przemysłowa ● energoelektronika ● aparatura kontrolno-pomiarowa ● mechatronika ● systemy zasilające układy zabezpieczeń ● hydraulika ● pneumatyka ● robotyka ● systemy transportowe ● utrzymanie ruchu

INNOWACYJNE SILNIKI LINIOWE I LINIOWO-OBROTOWE

LinMot®

Przeczytaj artykuł na str. 14: **COVID-19 - Silniki liniowe jako sztuczne płuca do testowania masek**

MultiProjekt - oficjalny dystrybutor firmy **LinMot** w Polsce

AUTOMATYKA | MECHANIKA | STEROWANIE | NAPĘDY | TECHNIKA LINIOWA | SZKOLENIA | DORADZTWO TECHNICZNE

www.multiprojekt.pl | info@multiprojekt.pl

Preferujesz internet?

www.nis.com.pl

Dowiedz się więcej:
tel. 32 755 19 17
e-mail: redakcja.nis@drukart.pl

napędy i sterowanie miesięcznik naukowo-techniczny

Adres redakcji:
47-400 Racibórz
ul. Środkowa 5
tel./fax 32 755 19 17
e-mail: redakcja.nis@drukart.pl; www.nis.com.pl

Redaktor naczelna: Katarzyna Zając
tel. 32 755 19 17 • e-mail: redakcja.nis@drukart.pl

Redaguje Zespół: Katarzyna Zając, Ludmiła Urbińska, Ryszard Klencz

Redaktor statystyczny: Ludmiła Urbińska
tel./fax 32 755 23 23 • e-mail: nis@drukart.pl

Redakcja techniczna: Grzegorz Drobny
tel. 32 755 23 18 • e-mail: redakcja.tech@drukart.pl

Marketing:
- Aleksandra Misiewicz
  tel./fax 32 755 18 23 • e-mail: marketing@drukart.pl
- Estera Krauze
  tel./fax 32 755 18 23 • e-mail: marketing@drukart.pl
- Agnieszka Gutowska
  tel./fax 32 755 24 55 • e-mail: marketing7@drukart.pl

Dział prenumerat: Norbert Klencz
tel./fax 32 755 15 74 • e-mail: prenumerata@drukart.pl

Podstawowa korekta tekstu: Marta Chamów

Rada Programowa:
- prof. zw. dr hab. inż. Wacław Kollek – przewodniczący
- prof. nadzw. dr hab. inż. Andrzej Balawender
- prof. Marek Bergander
- prof. zw. dr hab. inż. Witold Byrski
- dr inż. Rafał Hein
- prof. inż. Jaroslav Homišin
- dr inż. Ryszard Jasiński
- prof. zw. dr hab. inż. Marek Jaszczuk
- prof. zw. dr hab. inż. Antoni Kalukiewicz
- dr hab. inż. Grzegorz Karoń
- prof. zw. dr hab. inż. Marian Piotr Kaźmierkowski
- prof. zw. dr hab. inż. Adam Klich
- dr hab. inż. Roman Krok
- prof. zw. dr hab. inż. Igor Piotr Kurytnik
- dr inż. Jacek Paraszczak
- prof. zw. dr hab. inż. Zbigniew Pawelski
- dr hab. inż. Krzysztof Pietrusewicz
- prof. zw. dr hab. inż. Stanisław Pirog
- prof. Jacek S. Stecki
- dr hab. inż. Michał Stosiak
- dr inż. Zbigniew Szulc
- prof. zw. dr hab. inż. Ryszard Tadeusiewicz
- prof. zw. dr hab. inż. Edward Tomasiak
- dr inż. Grzegorz Wiciak

Redaktor tematyczny: prof. zw. dr hab. inż. Wacław Kollek

Wydawca: Wydawnictwo Druk-Art SC
47-400 Racibórz, ul. Środkowa 5

Patronat honorowy:

Instytut Konstrukcji i Eksploatacji Maszyn Politechniki Wrocławskiej

Katedra Automatyki i Inżynierii Biomedycznej Akademii Górniczo-Hutniczej

Instytut Pojazdów, Konstrukcji i Eksploatacji Maszyn Politechniki Łódzkiej

Punktacja MNiSW za publikacje naukowe wynosi 5 pkt (poz. 1652).
Przyłączając się do realizacji idei Otwartej Nauki, udostępniamy bezpłatnie powierzchnię na artykuły naukowe publikowane w miesięczniku naukowo-technicznym „Napędy i Sterowanie".

Redakcja nie odpowiada za treść ogłoszeń i nie zwraca materiałów niezamówionych.
Zastrzegamy sobie prawo skracania i adiustacji tekstów.
Przedrukowywanie materiałów lub ich części tylko za zgodą pisemną redakcji.
Redakcja deklaruje, że pierwotną wersją wydawanego miesięcznika „Napędy i Sterowanie" jest wersja drukowana (papierowa).
„Wydarzenia" wybrano z materiałów prasowych firm.

Szanowni Państwo!

Oddając w Państwa ręce trzeci tegoroczny numer pisma, pewnie nie będę odkrywcza, wspominając o kryzysie wywołanym pandemią koronawirusa. Informacjami na jego temat bombardowani jesteśmy zewsząd, bowiem wiele sfer naszego życia, a w tym również ta najbardziej nas interesująca – gospodarcza – nie mogła nie poddać się jego wpływom. Rok 2020 – czas pandemii koronawirusa – odcisnął mocne piętno w branży przemysłowej oraz w zakresie automatyki i robotyki. Sytuacja ta odbiła się w pewnym stopniu na tempie implementacji nowoczesnych rozwiązań w fabrykach przyszłości. Sprzedaż robotów przemysłowych delikatnie spadła, a planowane inwestycje okazały się mniejsze niż w ubiegłych latach. Związane jest to m.in. z kryzysem branży automotive i spadkiem inwestycji. Nie oznacza to jednak zahamowania na rynku robotów przemysłowych. Wręcz przeciwnie – obecny rok oraz kolejne lata powinny przynieść absolutny rozkwit tego obszaru wraz z powrotem do bieżącego funkcjonowania i „odmrażaniem" kolejnych branż, które korzystają z możliwości robotyki. Szansą na powrót na właściwe tory w świecie zaatakowanym przez koronawirusa powinno być upowszechnienie automatyzacji, rozwój przemysłowego Internetu Rzeczy (IIoT) i wdrożenie większej liczby robotów.

Rynek przemysłowy w Polsce przy dobrej koniunkturze powinien przewidzieć transformację swojego biznesu, aby sprostać wyzwaniom ery cyfrowej. Bez automatyzacji i transformacji do Przemysłu 4.0 polska gospodarka nie wytrzyma konkurencji. Robotyzacja ma być kluczem do jej elastyczności, wydajności, opłacalności i stabilnego rozwoju. Obecne dane z polskiego przemysłu mówią o tym, że luty przyniósł mocną kontynuację poprawy warunków gospodarczych w polskim sektorze wytwórczym. Po bardzo dobrym styczniu 2021 r. (PMI 51,9 pkt.) wskaźnik PMI w lutym osiągnął najwyższą wartość od 32 miesięcy (53,4 pkt.) – poinformowała firma badawcza IHS Markit. Rosnący PMI powyżej 50 punktów sygnalizuje przyspieszenie tempa wzrostu aktywności ekonomicznej w badanym sektorze. To dobry czas dla wszystkich firm stawiających na robotyzację jako na przyszłość produkcji, która zwiększa jej wydajność i elastyczność, podnosi bezpieczeństwo i stabilność procesu.

Istotnym zagadnieniem w kontekście przyspieszenia automatyzacji w polskim przemyśle są zapowiadane przez polski rząd ulgi na robotyzację, której wprowadzenie jest planowane do połowy 2021 roku. Aby poprawić innowacyjność polskiej gospodarki, planowane są ulgi podatkowe dla firm, które zainwestują w technologie automatyzujące oraz roboty. Zmiana ta wychodzi naprzeciw rozwijającym się w błyskawicznym tempie technologiom umożliwiającym automatyzację produkcji, ale także takim stanom sanitarno-gospodarczym, jakie możemy zaobserwować w związku z pandemią COVID-19. Przedsiębiorcy produkujący towary muszą niezależnie od sytuacji zapewnić ciągłość produkcji, jednocześnie dbając o bezpieczeństwo swoich pracowników.

Na co dzień, współpracując z firmami, które promują swe nowoczesne produkty i rozwiązania, oraz wsłuchując się w głosy przedstawicieli zakładów korzystających z tych rozwiązań w swych aplikacjach, jestem przekonana, że jednak przedsiębiorcy „nie zasypiają gruszek w popiele". Potwierdza to chociażby liczba nowych produktów i rozwiązań nadsyłanych do konkursu „Produkt Roku 2020", organizowanego przez nasz miesięcznik. O zwycięzcach będą Państwo mogli przeczytać na łamach pisma, a tymczasem wciąż czekamy na kolejne zgłoszenia być może to Państwa produkt będzie tym zwycięskim!

Zachęcam do lektury
Katarzyna Zając
Redaktor naczelna

CO W NUMERZE

Str. 14
COVID-19. Silniki liniowe jako sztuczne płuca do testowania masek

Str. 18
Technika napędowa SEW-EURODRIVE w rzeczywistości 4.0. Współtworzenie inteligentnych fabryk Sm@rt Factory

Str. 22
Samoczynna kalibracja za pomocą wbudowanego wzorca temperatury TrustSens – pierwszy na świecie samokalibrujący się termometr przemysłowy

Str. 26
Najnowsze uwarunkowania prawne w sprawie instalowania w budynkach stacji ładowania pojazdów elektrycznych

6 **Nowości techniczne**

96 **Biblioteka**

Nauka

48 **Archipelag sztucznej inteligencji. Część IV**
R. Tadeusiewicz

58 **Optymalizacja projektowania i procesu produkcji silników elektrycznych**
M. Krawczyk

62 **Transformatorowy piec elektryczny**
Z. Goryca, J. Stachurski

65 **Porównanie konstrukcji obwodów elektromagnetycznych przemysłowych trójfazowych elektrowibratorów, indukcyjnego i PMSM, o prędkości 1500 obr./min i mocy 2 kW**
R. Rossa, T. Biskup

70 **Wpływ warunków ruchu drogowego na zużycie energii przez samochód elektryczny**
A. Skarbek-Żabkin, T. Szczepański

79 **Wymiar biznesowy ataków na systemy uczące się. Cz. 2. Zagrożenia związane z wykorzystaniem systemów uczących się w RPA**
M. Rafało

85 **Bezpieczeństwo aplikacji robotów z wykorzystaniem RO S. Część 2**
D. Portugal, M.A. Santos, S. Pereira, M.S. Couceiro

90 **Formułowanie przedsięwzięć usprawniających użytkowanie energii**
J. Górzyński

Technologie i produkty

13 **Pomiar momentu przy wysokich prędkościach obrotowych**
BIURO INŻYNIERSKIE MACIEJ ZAJĄCZKOWSKI

14 TEMAT Z OKŁADKI: **COVID-19. Silniki liniowe jako sztuczne płuca do testowania masek**
Multiprojekt Automatyka Sp. z o.o.

17 **Elastyczna modernizacja zakładu za pomocą bram szeregowych**
Pepperl+Fuchs Sp. z o.o.

18 TEMAT Z OKŁADKI: **Technika napędowa SEW-EURODRIVE w rzeczywistości 4.0. Współtworzenie inteligentnych fabryk Sm@rt Factory**
SEW-EURODRIVE Polska Sp. z o.o.

20 TEMAT Z OKŁADKI: **Falowniki modułowego systemu automatyki MOVI-C® firmy SEW-EURODRIVE**
SEW-EURODRIVE Polska Sp. z o.o.

22 **Samoczynna kalibracja za pomocą wbudowanego wzorca temperatury TrustSens – pierwszy na świecie samokalibrujący się termometr przemysłowy**
J. Zajączkowski – Endress+Hauser Polska sp. z o.o.

26 **Najnowsze uwarunkowania prawne w sprawie instalowania w budynkach stacji ładowania pojazdów elektrycznych**
M. Trajdos – HELUKABEL Polska Sp. z o.o.

30 **Falownik SJ-P1. Nowy standard Hitachi**
ZELTECH MECHATRONIKA Sp. z o.o.

32 **Inteligentny serwonapęd do dynamicznych aplikacji**
Lenze Polska Sp. z o.o.

34 **Machine-Centric Robotics. Szybsze wdrożenie aplikacji *pick-and-place*? To możliwe**
S. Hensel – B&R Automatyka Przemysłowa

36 **Przekładnie przemysłowe NORD do mieszalników bulionu**
NORD Napędy Sp. z o.o.

38 **Model PH Platen Style Multi-Tip Heat. Zastosowanie maszyny osadzającej: montaż przewodów elektrycznych**
SPIROL

40 **Zawory ASCO™ serii 256/356 oferują mniejsze gabaryty, do 40% mniejsze zużycie energii i do 30% wyższe ciśnienia pracy. Zawory elektromagnetyczne Emerson pozwalają na tworzenie jeszcze bardziej kompaktowych konstrukcji maszyn**
Emerson Automation Solutions

42 **Pomiar tlenu i wilgotności w procesach drukowania 3D**
SKAMER-ACM

43 **Falowniki solarne serii SPH firmy Sanyu**
J. Sobczak – SANYU Sobczak

45 **RACK-DIN35. Najpopularniejsze modułowe obudowy kasetowe**
ARMEL

47 **LD120 – przemysłowe wyświetlacze programowalne**
SEM

Str. 32
Inteligentny serwonapęd do dynamicznych aplikacji

Str. 34
Machine-Centric Robotics. Szybsze wdrożenie aplikacji *pick-and-place*? To możliwe

Str. 40
Zawory elektromagnetyczne Emerson pozwalają na tworzenie jeszcze bardziej kompaktowych konstrukcji maszyn

Informacje branżowe

46 **Finał programów dotacyjnych 2014–2020. Co będzie dalej?**
A. Szymczak – MS-CONSULTING

Indeks reklam

- Armel 7, 45
- ASKOM 10, 11
- B&R Automatyka Przemysłowa 8, 35
- BIURO INŻYNIERSKIE MACIEJ ZAJĄCZKOWSKI 12, 13
- Emerson Automation Solutions 7, 41
- Endress+Hauser Polska 6, 23
- Evatronix 10
- Grupa Cantoni 59
- HELUKABEL Polska 27
- IMPOL-1 F. Szafrański 55
- Lenze Polska 7, 33
- MP FILTRI 49
- MS-CONSULTING 46
- Multiprojekt Automatyka 1, 6
- NO-EL 6
- NORD Napędy 37
- NOWIMEX 63
- Pepperl+Fuchs 8, 17
- Robotyka.com 79
- SEM 8, 47
- SENOMA 9
- SEW-EURODRIVE 100
- SKAMER-ACM 10, 53
- SPIROL Industries 39
- STAUFF Polska 57
- TERM Tomasz Sobczak 12, 43
- ZELTECH MECHATRONIKA 31

NOWOŚCI TECHNICZNE

Wszystkie panele HMI Weintek gotowe na EasyAccess 2.0

Pandemia COVID-19 wymusiła niespotykane dotąd wyzwania i sprawiła, że praca zdalna stała się dla wielu osób codziennością. Wobec nagłych zmian zdalne rozwiązanie EasyAccess 2.0 pomaga użytkownikom przezwyciężyć trudności związane z pracą z domu.

Aby sprostać wymaganiom wynikającym z pracy zdalnej, Weintek wprowadza zdalne rozwiązanie EasyAccess 2.0 i obsługę funkcji VNC do wszystkich serii paneli HMI, które obecnie znajdują się na rynku. W przypadku modeli HMI bez portu Ethernet zapewniona zostanie obsługa modemu USB 4G, tak aby modele mogły łączyć się z Internetem w celu korzystania z EasyAccess 2.0.

Od momentu uruchomienia 6 lat temu zdalne rozwiązanie Easy Access 2.0 oferuje stabilne i niezawodne rozwiązanie do zdalnego połączenia z licznymi funkcjonalnościami, przyjaznym dla użytkownika interfejsem i doskonałą obsługą wielu platform. Dzięki niemu zdalne monitorowanie, zdalne utrzymanie sprzętu oraz natychmiastowe otrzymywanie powiadomień o alarmach na urządzenia mobilne stały się znacznie prostsze. Teraz użytkownicy mogą wygodnie korzystać z EasyAccess 2.0, tak aby z łatwością pracować zdalnie, niezależnie od używanego interfejsu HMI.

Aby korzystać z EasyAccess 2.0. w serii IP, zaktualizuj oprogramowanie do wersji:

- EasyBuilder Pro: V6.04.02.597 lub nowszej.
- System operacyjny: 20201007 lub nowszy.

Multiprojekt Automatyka Sp. z o.o.
www.multiprojekt.pl

Modułowe termometry do zadań specjalnych

Termometry iTHERM ModuLine – nowość w ofercie Endress+Hauser – wnoszą nową jakość obsługi do procesów przemysłowych w branżach chemicznej, petrochemicznej, metalurgicznej, energetycznej i in. Termometry mierzą temperaturę w zakresie od –200°C do 1100°C. Innowacją iTHERM ModuLine jest możliwość indywidualnego doboru komponentów w zależności od wymagań instalacji. Gotowy produkt może składać się z: wkładu pomiarowego z odpowiednim rodzajem czujnika, osłony termometrycznej, głowicy zaciskowej, przetwornika temperatury, dodatkowego zabezpieczenia technologicznego i ułatwień funkcjonalno-użytkowych.

Rodzina produktów iTHERM ModuLine jest dostępna z szeroką gamą czujników RTD i termopar. Oferta obejmuje opatentowaną technologię Endress+Hauser QuickSens do stosowania w procesach krytycznych, z wymaganym bardzo krótkim czasem reakcji, a także technologię StrongSens, do aplikacji wymagających wysokiej odporności na drgania.

Najnowszym rozwiązaniem w ofercie osłon termometrycznych Endress+Hauser jest konstrukcja o bardzo krótkim czasie reakcji. Szybkość odpowiedzi termometru w decydujący sposób wpływa na jakość regulacji temperatury procesu technologicznego i tym samym wytwarzanego produktu. Jest ona również kluczowa dla bezpieczeństwa instalacji i jej efektywności energetycznej. Badania skoku temperatury medium wykazały nawet pięciokrotnie krótszy czas reakcji termometru z nową osłoną, mierzony jako T90, w stosunku do czujników w osłonach o standardowej konstrukcji.
www.pl.endress.com/moduline

Endress+Hauser Polska sp. z o.o.
www.pl.endress.com

GIGAVAC – hermetyczne styczniki serii GV210 – 150 A / 900 V DC

Styczniki serii GV210 firmy GIGAVAC należą do najbardziej ekonomicznych i wydajnych styczników mocy dostępnych obecnie na rynku. Charakteryzują się hermetyczną komorą stykową o stopniu szczelności IP67 & IP69, co zapobiega powstawaniu zjawiska wydmuchu łuku elektrycznego na zewnątrz i zabrudzeniu styków. Styczniki GV210 mogą pracować w temperaturze pracy w zakresie od –40 do +85°C. Przy znamionowym napięciu pracy od 12 V DC do 900 V DC stycznik ten jest przystosowany do przełączania obciążeń na poziomie 100–150 A. Max. prąd zwarciowy na poziomie 1250 A (przy zamkniętych stykach). Podobnie jak wszystkie zaawansowane rozwiązania przełączające GIGAVAC, styczniki te można montować w dowolnej osi lub orientacji. Ich hermetyczność pozwala na zastosowanie praktycznie w każdym trudnym środowisku. Styczniki te spełniają wymagania RoHS/CE oraz zostały zbudowane zgodnie z normą IATF-16949!

Styczniki serii GV210 GIGAVAC znalazły szerokie zastosowania m.in. w aplikacjach bateryjnych dla pojazdów elektrycznych, szybkich ładowarek DC, magazynowania energii czy też sterowania fotowoltaiką.

NO-EL Sp. j. Ryszard Nowak, Barbara Musiałek
– wyłączny przedstawiciel amerykańskiej firmy GIGAVAC
www.gigavac.pl

NOWOŚCI TECHNICZNE

i550 Protec – pierwszy zdecentralizowany przemiennik częstotliwości z ochroną IP66 oraz komunikacją IO-Link

Zdecentralizowany przemiennik i550 Protec został wyposażony w moduł komunikacyjny IO-Link, który ułatwia integrację rozproszonych w aplikacji czujników i elementów wykonawczych do nadrzędnego poziomu sterowania w celu wymiany danych procesowych lub parametrów pracy.

Nawet poza szafą sterowniczą dostępna przestrzeń w maszynach i systemach jest dość ograniczona, dlatego firma Lenze wprowadza na rynek wyjątkowo kompaktowe urządzenie. Obudowa o stopniu ochrony IP66 zapewnia maksymalną ochronę przed niekorzystnymi warunkami otoczenia, takimi jak kurz, brud lub strumień wody podczas czyszczenia.

Przemiennik i550 Protec nadaje się szczególnie do dużych maszyn, zastosowań rozproszonych, a także wszędzie tam, gdzie przestrzeń w szafie sterowniczej jest kosztowna. Dzięki temu można osiągnąć znaczne oszczędności kosztów instalacji. Typowymi zastosowaniami są przenośniki taśmowe, wentylatory, pompy, napędy główne, a nawet urządzenia podnoszące.

Podsumowując, i550 Protec otwiera nowe możliwości dla producentów maszyn w zakresie sterowania napędami poza szafą sterowniczą, nie rezygnując przy tym ze znanego wyglądu, elastyczności, funkcji i skalowalności uznanej serii przemienników Lenze i500.

Lenze Polska Sp. z o.o.
www.lenze.com

Emerson inauguruje European Mobile Roadshow

Firma Emerson zainaugurowała European Mobile Roadshow. Interaktywna ciężarówka pokazowa będzie kursowała przez 9 kolejnych miesięcy po wybranych europejskich krajach. Wydarzenie to będzie również dostępne wirtualnie dla wszystkich tych, którzy nie będą mogli w nim uczestniczyć osobiście. Ponadto wszyscy zainteresowani Klienci oraz Dystrybutorzy będą mogli zgłaszać chęć wizyty ciężarówki pokazowej, jeśli znajdzie się ona w pobliżu ich miasta bądź regionu.

Ciężarówka pokazowa, nazywana również „Mobilnym centrum innowacji, rozwiązań i technologii firmy Emerson", jest wyposażona w najnowsze produkty i rozwiązania cyfrowej transformacji w zakresie bezpieczeństwa maszyn, systemów automatyki maszyn oraz sterowania przepływem mediów. Zarówno wszyscy odwiedzający osobiście ciężarówkę pokazową, jak i wirtualni uczestnicy tego wydarzenia będą mieli dostęp do materiałów i filmów przedstawiających najnowsze produkty i rozwiązania firmy Emerson.

Ciężarówka pokazowa ma zaplanowane postoje w wielu krajach. W dobie globalnej pandemii firma Emerson będzie stosowała również „dobre praktyki" związane ze zdrowiem i bezpieczeństwem wszystkich odwiedzających. W mobilnej ciężarówce pokazowej oraz na stronie internetowej poświęconej temu wydarzeniu będzie dostępnych wiele filmów informacyjnych, w tym „Transformacja cyfrowa: przekształcanie danych w użyteczne informacje dzięki rozwiązaniom IIoT" oraz „Bezpieczeństwo maszyn w pneumatyce pozwalające na zmniejszenie ryzyka bez konieczności obniżania produktywności".

Wszelkie informacje na temat cyfrowego dostępu do tego wydarzenia oraz pełną listę terminów przejazdu ciężarówki pokazowej znaleźć można na stronie: **www.Emerson.com/innovationroadshow**.

Emerson Automation Solutions
Fluid Control & Pneumatics
www.Emerson.com

DIN35-RACK modułowe obudowy kasetowe firmy ARMEL

Armel produkuje zintegrowany pod względem mechanicznym i elektrycznym system obudów kasetowych. Instalowane w nim moduły elektroniki mogą być łatwo wsuwane na prowadnicach, co ułatwia serwisowanie oraz daje możliwość zamontowania kilku płytek drukowanych współpracujących w jednej obudowie, połączonych na tylnej wspólnej płycie magistrali do zasilacza.

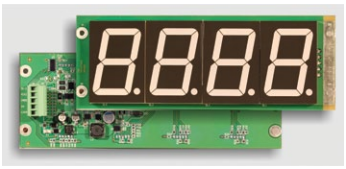
Dzięki prostej modułowej konstrukcji ramy opartej na dwóch bokach i czterech profilach aluminiowych można złożyć obudowę w dowolnych wymiarach. Do ramy kasetowej montowane są płyty przodu i tyłu oraz osłony. Zarówno na płycie przedniej, jak i tylnej ze względu na indywidualne potrzeby klientów wykonujemy otworowanie i nanosimy grafikę produktową.

Solidna konstrukcja z aluminium gwarantuje dobre odprowadzanie ciepła. Obudowy przystosowane są do pracy w szafach przemysłowych RACK, na szynie DIN 35 oraz w montażu naściennym. Firma Armel stawia na wysoką jakość wykonania, nasi konstruktorzy służą Państwu pomocą.

Producent Obudów Armel
www.armel.pl

NOWOŚCI TECHNICZNE

Moduły wyświetlaczy do urządzeń automatyki



Firma SEM oferuje moduły wyświetlaczy LED do urządzeń pomiarowych i automatyki przemysłowej, które mogą być wbudowane w drzwi szaf sterowniczych lub obudowy maszyn i urządzeń. Moduły wyświetlają informacje cyfrowe, a także, w wersji z matrycą LED, teksty i symbole graficzne. Duże, jasne znaki LED o wysokości 6 centymetrów są czytelne z odległości do 25 metrów. Moduły mają typowe interfejsy szeregowe i obsługują protokół Modbus RTU, dzięki czemu mogą współpracować z dowolnymi sterownikami PLC i komputerami przemysłowymi. Producent zapewnia też wsparcie techniczne i adaptację protokołów komunikacyjnych dla różnych platform programistycznych i niestandardowych protokołów. Są przeznaczone do zasilania napięciem stałym 24 V. Zastosowano w nich zabezpieczenia przepięciowe interfejsu i obwodu zasilania. Na zamówienie są wykonywane w innych wielkościach, w pełni dostosowane do koncepcji zamawiającego. Znajdują zastosowanie jako liczniki sztuk, wyświetlacze prędkości i wydajności maszyn. Są także stosowane w myjniach samochodowych.

Producent: SEM
www.sem.pl

Nowa era w wytwarzaniu. System ACOPOS 6D firmy B&R zwiastunem wielowymiarowego wytwarzania

Wprowadzenie przez firmę B&R systemu ACOPOS 6D zwiastuje nową erę w wytwarzaniu. Magnetyczne wózki lewitują swobodnie wokół maszyny, przenosząc obrabiane na niej wyroby. Czasy, gdy konwencjonalne systemy transportowe narzucały procesowi produkcyjnemu sztywno określony rytm, należą już do przeszłości. System ACOPOS 6D nadaje się idealnie do produkcji małoseryjnej, połączonej z częstą zmianą produktów o różnych wzorach i wymiarach.

ACOPOS 6D działa na zasadzie lewitacji magnetycznej: wózki z wbudowanymi trwałymi magnesami unoszą się nad powierzchnią segmentów silnika elektromagnetycznego. Modułowe segmenty silnika mają wymiary 240×240 mm i można je swobodnie układać w dowolny kształt. Wózki o różnych rozmiarach przewożą ładunki o masie od 0,6 do 14 kilogramów z prędkością do 2 metrów na sekundę. Mogą swobodnie poruszać się w przestrzeni dwuwymiarowej, obracać i przechylać wzdłuż trzech osi i zapewniają precyzyjną kontrolę nad wysokością lewitacji. Wszystko to razem daje sześciostopniową swobodę sterowania ruchem.

Oszczędność miejsca

ACOPOS 6D umożliwia działanie nawet cztery razy większej liczby wózków w danej przestrzeni niż inne dostępne na rynku systemy dzięki wyjątkowej zdolności jednoczesnego sterowania czterema wózkami na tym samym segmencie silnika. Wózki mogą służyć również jako osie w stacjach obróbczych. Wózek przenoszący obrabiany przedmiot może na przykład poruszać się po ścieżce CNC, umożliwiając nieruchome zamocowanie narzędzia obróbczego. Stanowiska ważenia można całkowicie wyeliminować, gdyż każdy wózek może służyć również jako bardzo precyzyjna waga. Pozwala to zmniejszyć wymiary projektowanej maszyny.

B&R Automatyka Przemysłowa Sp. z o.o.
www.br-automation.com

Ethernetowe switche RocketLinx® od Pepperl+Fuchs

Zaprojektowane z myślą o niezawodności, zoptymalizowane pod kątem wydajności sieci, w zgodzie z najnowszymi standardami cyberbezpieczeństwa. Jako kluczowy węzeł w Twojej sieci przemysłowej, switche RocketLinx Ethernet zapewniają stabilną i szybką transmisję danych w krytycznych przemysłowych aplikacjach sieciowych.

Linia switchy ethernetowych RocketLinx ICRL została zaprojektowana do stawania naprzeciw wymaganiom aplikacji w sieciach przemysłowych o znaczeniu krytycznym. Portfolio składa się z zarządzalnych i niezarządzalnych switchy Gigabit i Fast Ethernet dopasowanych do Twoich potrzeb. Modele niezarządzalne oferują ekonomiczne rozwiązania klasy przemysłowej w celu łatwej rozbudowy sieci typu *plug-and-play.* Zarządzalne zaś umożliwiają rozszerzenie łączności sieci Ethernet z terenu do zakładu, gdzie wymagane jest zaawansowane zarządzanie, bezpieczeństwo, nadmiarowość sieci i niezawodność o znaczeniu krytycznym.

Switche RocketLinx zostały zaprojektowane w wytrzymałych metalowych obudowach, gwarantując wysokie przewodnictwo cieplne i doskonałe odprowadzanie ciepła. Smukłe, zajmujące niewiele miejsca konstrukcje pozwalają na łatwą integrację w szafie z zachowaniem bezpieczeństwa i niezawodności oraz zgodności z normami, w tym Class I, Div 2, CE, FCC i UL508. Każdy switch ma konfigurowalny przekaźnik alarmowy dla powiadomień o zdarzeniach portowych. Te cechy poprawiają niezawodność, by wspierać wdrażanie w szerokim zakresie trudnych przemysłowych środowisk.

PEPPERL+FUCHS Sp. z o.o.
www.pepperl-fuchs.pl

SENOMA

SENOMA Sp. z o.o., 40-153 Katowice, Al. Korfantego 191
tel. +48 32/730 30 30, tel. +48 32/730 30 31, fax +48 32 /730 23 23
e-mail: senoma@senoma.pl, www.senoma.pl

HAMULCE

TECHNIKA NAPĘDOWA

www.senoma.pl

MOTOREDUKTORY, PRZEKŁADNIE

WAŁY CARDANA

SILNIKI, FALOWNIKI, SOFTSTARTY

ŁAŃCUCHY, FLATTOPY

PIERŚCIENIE

www.senoma.pl

TECHNIKA NAPĘDOWA

SPRZĘGŁA

NOWOŚCI TECHNICZNE

Mały skaner o wielkich możliwościach – premiera skanera eviXscan 3D FinePrecision

Firma Evatronix wprowadziła na rynek skaner eviXscan 3D FinePrecision. Wyróżnia się on wysoką precyzją pomiaru i dużą szczegółowością odwzorowania powierzchni mierzonych obiektów.

Skaner eviXscan 3D FinePrecision to optyczne urządzenie pomiarowe działające w technologii niebieskiego światła strukturalnego LED. Skaner 3D, wyposażony w dwie szybkie kamery 8,9 Mpix najnowszej generacji z matrycami CMOS, charakteryzuje się wysoką dokładnością odwzorowania nawet najmniejszych elementów mechaniki precyzyjnej. Wykorzystana w urządzeniu technologia umożliwia osiąganie dokładnego pomiaru wymiarów skanowanego obiektu (dokładność lepsza niż 6 µm, powtarzalność na poziomie mniejszym niż 3 µm). Szczegółowość uzyskiwanych skanów to także efekt dużej gęstości rejestrowanych punktów (ponad 1200 punktów na każdy milimetr kwadratowy skanowanej powierzchni). Pojedynczy skan może zebrać dane pomiarowe w objętości 120 mm × 60 mm × 45 mm.

Jednym z atutów skanera eviXscan 3D FinePrecision jest krótki czas skanowania. Połączenie szybkich kamer i nowej generacji systemu projekcji światła w technologii DLP, którego sygnał wyzwala pracę kamer za każdym razem, gdy wyświetlany jest nowy wzorzec, pozwala na ograniczenie czasu akwizycji skanu do kilkuset milisekund.

FinePrecision z wysoką szczegółowością skanuje elementy mechaniki precyzyjnej (np. mikrowirniki, małe elementy z tworzyw sztucznych wytwarzanych metodą wtryskową, precyzyjne detale obrabiane numerycznie lub wytwarzane metodą druku 3D).

Evatronix
evixscan3d.pl

Systemy detekcji pożaru w szafach sterowniczych SKAMER-ACM

Ze względu na rosnące zapotrzebowanie rynku automatyki w systemy ppoż. firma SKAMER-ACM wprowadza do swojej oferty inwestycyjnej kompleksową realizację systemów detekcji pożaru w szafach sterowniczych. Oferta obejmuje doradztwo techniczne projekt, wykonanie i serwis realizowanych systemów na bazie urządzeń Protec przy współpracy z firmą D+H. Systemy zasysające Protec zapewniają bardzo wczesną detekcję zdarzenia pożarowego – znacznie szybszą niż w przypadku zastosowania detektora punktowego. Ten sposób detekcji umożliwia wykrywanie przegrzewających się układów scalonych lub przewodów elektrycznych umieszczonych w szafie, tym samym ograniczając do minimum większe uszkodzenia i związane z tym koszty oraz przestoje produkcyjne. Czujki zostały tak zaprojektowane, aby zminimalizować zjawisko fałszywych alarmów wywołanych m.in. zakłóceniami elektromagnetycznymi. System sygnalizacji Protec nie spowoduje też zwarcia w szafie, bo bezpośrednio do niej nie są wprowadzane metalowe podzespoły. Szybki montaż, bardzo prosta konserwacja w większości przypadków nie wymaga otwierania szafy sterowniczej lub rozdzielni. Urządzenia Protec zapewniają bezproblemową pracę w szerokim zakresie temperatur.

SKAMER-ACM
www.skamer.pl

Asix.Evo 11 – ciągłe doskonalenie

ASKOM właśnie wprowadza nową wersję swojego produktu: Asix.Evo 11. System SCADA obecny w przemyśle od połowy lat 90., stale unowocześniany, dostosowuje się do nowych wymagań użytkowników oraz do nowych wymogów formalnych. Dziś coraz większą rolę pełni łatwość dostępu do danych poprzez Internet, co pociąga za sobą nowe wyzwania związane z zapewnieniem bezpieczeństwa informacji. Opcje zdalnego sterowania, dostępu do danych bez odpowiedniej osłony przed atakami z zewnątrz nie mają żadnego sensu. Wersja 11 oprogramowania przynosi tu narzędzia pozwalające na spełnienie wymagań normy IEC62443-3-3 na poziomie 2. Warto więc pomyśleć o nowej aplikacji SCADA, warto pomyśleć o wymianie starszej wersji Asix.Evo na nową, bezpieczniejszą. Dla spokojnego snu.

Wytyczyliśmy też ścieżkę w kierunku HTML5. Nowy Asix pozwala na wyświetlanie treści przygotowanych w tym standardzie, dalsze kroki są już przewidziane w wersji 11, aż do publikowania aplikacji w tym formacie włącznie.

Wraz z nowym Asix.Evo 11 debiutuje też nowy Asix Energy w wersji 3. Dołożyliśmy do niego nowe narzędzia, wśród których należy wymienić panel kontrahenta, ułatwiający rozliczanie energii, kalendarz produkcyjny do edycji online celów energetycznych. Walidacja danych przez uprawnionych użytkowników, prognozowanie zużycia, alerty mejlowe od przekroczenia celów energetycznych i indywidualnie edytowane przez każdego z użytkowników, menu niestandardowe – to kolejne elementy tego systemu, nad którymi warto się zatrzymać. To nie tylko ułatwienia w użytkowaniu aplikacji monitorowania mediów, to również znaczące rozszerzenie jej funkcjonalności.

ASKOM
www.askom.pl

Produkcja pod specjalnym nadzorem

Nowa wersja polskiej platformy SCADA, gotowa na wyzwania Przemysłu 4.0

ASKOM Sp. z o.o.
ul. Józefa Sowińskiego 13, 44-100 GLIWICE
tel. +48 32 30 18 100, e-mail: biuro@askom.pl
www.askom.pl, www.asix.com.pl

NOWOŚCI TECHNICZNE

Wieloosiowy przetwornik MCS10

Przetwornik wieloosiowy MCS10 umożliwia pomiar do sześciu sił i momentów w trzech osiach (x, y, z) i idealnie nadaje się do zastosowań w inżynierii mechanicznej, na stanowiskach testowych, a także w procesach badawczo-rozwojowych. Dzięki innowacyjnej konstrukcji tarczowej MCS10 umożliwia uzyskanie najlepszych możliwych wyników pomiarowych w klasie dokładności do 0,1, gwarantując również szczelność na poziomie IP67. Jest wykonywany w dwóch wersjach: pierwszej przeznaczonej do pomiaru sił wzdłuż trzech osi (Fx, Fy, Fz,) i w drugiej umożliwiającej ponadto pomiar momentu działającego wzdłuż tych trzech osi (Mx, My, Mz,). Poszczególne kanały pomiarowe czujników wieloosiowych często oddziałują na siebie nawzajem. MCS10 redukuje tego typu zakłócenia, znane jako *crosstalk*, do minimum. W tym zakresie dostarczana jest indywidualna macierz kompensacji, której można użyć do dalszej poprawy precyzji pomiaru. Dzięki technologii TEDS zainstalowana jednostka akwizycji danych automatycznie wykrywa MCS10. Zapewnia to gotowość do natychmiastowego użycia bez obszernej parametryzacji. Wszystkie osie pomiarowe przetwornika można konfigurować niezależnie od siebie. HBM połączył doświadczenie z wielu niestandardowych przetworników specjalnych w MCS10, dodając jednocześnie niezawodność i elastyczność standardowego produktu. Najnowsza wersja tej dobrze znanej serii MCS10, ma dwukrotnie większy zakres znamionowy, dzięki czemu nadaje się do obciążeń nominalnych 40 kN dla Fx/Fy i 200 kN dla Fz oraz 3,5 kNm dla Mx/My i 3,0 kNm dla Mz.

BIURO INŻYNIERSKIE MACIEJ ZAJĄCZKOWSKI
www.hbm.com.pl

Podwójny kompaktowy enkoder serii 700 firmy LeineLinde

Tam, gdzie przestrzeń jest ograniczona, enkodery inkrementalne serii 700 są bardzo popularnym wyborem dla użytkowników poszukujących solidnego i niezawodnego enkodera. Jego kompaktowy wygląd sprawia, że jest to idealny wybór do wielu zastosowań, w których problemem jest ograniczona ilość miejsca. Inżynierowie firmy LeineLinde zaprojektowali enkoder serii 700 przy użyciu standardowych komponentów. Zestaw montażowy składa się z trzech wsporników montażowych, ramienia reakcyjnego i adaptera wału. Korzystając z zestawu montażowego, dwa enkodery są montowane jeden na drugim, dzięki czemu potrzebujemy niewiele miejsca i uzyskujemy układ z redundancją. Podwójny enkoder 700 może być użyty, gdy potrzebujemy sterować tym samym silnikiem z dwóch różnych systemów lub gdy potrzebujemy informacji o prędkości w dwóch różnych rozdzielczościach.

TERM Tomasz Sobczak
www.term.pl

reklama

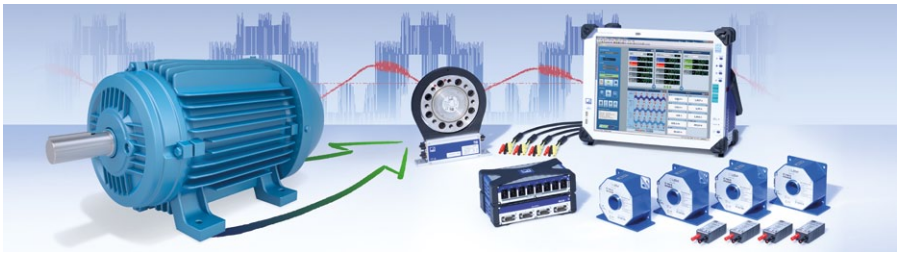
Które wydanie miesięcznika jest **dla Ciebie?**

4/2021 Bezpieczeństwo w przemyśle

5/2021 Termowizja, monitoring, pomiary

6/2021 Przemysł maszynowy, innowacje

Pomiar momentu przy wysokich prędkościach obrotowych



Stopniowa zmiana koncepcji mobilności z silnika spalinowego na silnik elektryczny wpłynęła również na technologię pomiarową stosowaną na stanowiskach badawczych. W porównaniu z klasycznymi silnikami spalinowymi elektryczne układy napędowe charakteryzują się znacznie większą gęstością mocy ze względu na mniejsze wymiary i mniejszą wagę. Straty ciepła silników elektrycznych zostały zredukowane aż do około 10%, podczas gdy ponad 90% energii elektrycznej jest zamieniane na energię mechaniczną. Ponadto napędy elektryczne w pojazdach pracują ze znacznie wyższymi prędkościami obrotowymi, co również stwarza wyzwania dla technologii pomiaru momentu obrotowego na dedykowanych stanowiskach testowych.

Przetwornik momentu obrotowego T11 wyznaczył nowe standardy w zakresie nominalnej (znamionowej) prędkości obrotowej już w 2004 r. i był długo uważany za standard w sportach motorowych, osiągając prędkość obrotową do 30 000 obr./min ze względu na małą masę wirnika i niski moment bezwładności. Czujnik był stale rozwijany i został zastąpiony przez serię T40 w 2016 roku, a aktualnie oferowane przetworniki mogą pracować z prędkościami nawet do 60 000 obr./min.

Oprócz zwiększonej prędkości obrotowej dynamiczne zachowanie napędów elektrycznych stawia wysokie wymagania przyszłym koncepcjom stanowisk testowych. W związku z tym dalsze redukcje masy i momentu bezwładności – przy jednoczesnym zapewnieniu wysokiej sztywności – zajęły wysokie miejsce na liście celów rozwojowych przetworników momentu.

Masę czujnika momentu obrotowego można zmniejszyć na dwa sposoby. Po pierwsze, przez konstrukcję czujnika, a po drugie, przez wybór innego materiału, przy czym zastosowany materiał ma największy wpływ na redukcję masy. Wybór odpowiedniego materiału jest trudny, ponieważ musi on nie tylko charakteryzować się znacznie niższym ciężarem właściwym, ale musi również mieć niezmiennie lepsze właściwości metrologiczne niż odmiany stali, które są powszechnie stosowane w konstrukcji czujników. Ze względu na mniejszą odporność na zmienne obciążenia i inne aspekty metrologiczne, stosowanie aluminium w celu zmniejszenia masy nie jest opcją dla producentów czujników momentu obrotowego. Z drugiej strony tytan ma praktycznie taką samą wytrzymałość na rozciąganie, a także takie same właściwości metrologiczne jak stal i jest materiałem wybieranym przez producentów, gdy redukcja masy musi być osiągnięta bez uszczerbku dla wytrzymałości zmęczeniowej i wydajności pomiaru. Szybkie czujniki momentu obrotowego, jak T40HS, T40MS i T40CB marki HBM, są standardowo produkowane z tytanu.

Czujniki momentu obrotowego HBM przeznaczone do zastosowań o dużej prędkości i dynamice zostały zaprojektowane tak, aby zapewnić znaczne zmniejszenie momentu bezwładności w stosunku do nominalnego momentu obrotowego w porównaniu z konwencjonalnymi czujnikami, bez uszczerbku dla ich sztywności lub wydajności pomiaru. Dlatego czujniki te idealnie nadają się do testowania bardzo kompaktowych jednostek napędowych lub do dynamicznych stanowisk testowych, które symulują warunki jazdy pojazdu. ■

reklama

WYŁĄCZNY PRZEDSTAWICIEL MARKI HBM NA TERENIE POLSKI
HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH

BIURO INŻYNIERSKIE MACIEJ ZAJĄCZKOWSKI
ul. Krauthofera 16, 60-203 Poznań
tel./fax: 61 662 56 66
tel. kom. 501 607 400
info@hbm.com.pl
www.hbm.com.pl

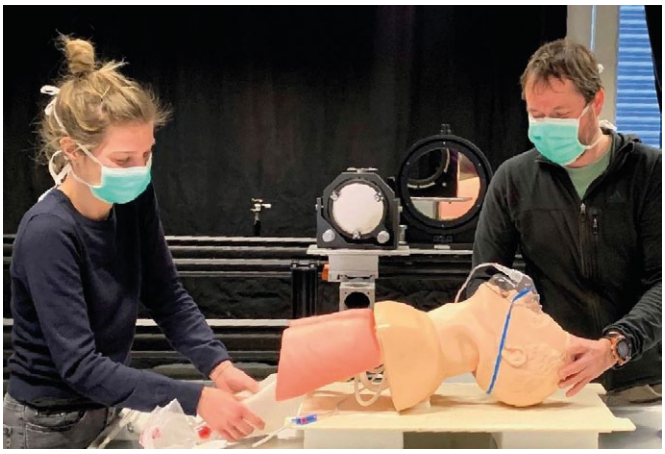
- TENSOMETRY OPOROWE I OPTYCZNE, ZBIORNIKOWE MODUŁY WAŻĄCE
- PRZETWORNIKI WAGI, SIŁY, MOMENTU OBROTOWEGO, DROGI I CIŚNIENIA
- WZMACNIACZE POMIAROWE O CZĘSTOTLIWOŚCI PRÓBKOWANIA NAWET DO 100 000 000 Hz
- OPROGRAMOWANIE DO ZASTOSOWAŃ LABORATORYJNYCH, PRZEMYSŁOWYCH I POMIARÓW DYNAMICZNYCH

COVID-19

Silniki liniowe jako sztuczne płuca do testowania masek

Badacze biofluidów testują skuteczność ochronną masek

Maska medyczna może zapobiec rozprzestrzenianiu się wirusa COVID-19. Dodatkowo proste kroki znacząco zwiększają jej skuteczność ochronną. Zostało to potwierdzone w systematycznych badaniach przeprowadzanych przez uczelnię OTH Regensburg, podczas których zastosowano symulator płuc z silnikami liniowymi LinMot. Silniki te pomogły naukowcom przygotować oraz rozpocząć testy w ciągu zaledwie kilku dni.



W laboratorium profesora Larsa Krenkela okazało się, że wiązka lasera w kształcie wachlarza sprawia, że dym wydostający się spod maseczki jest wyraźnie widoczny. Dym składa się z cząsteczek od 200 nm do 2 µm, zatem jest odpowiedni do modelowania aerozoli wydychanych przez ludzi. Testy na manekinie wykazały, że najwięcej dymu wydobywa się z okolic nad policzkami i sąsiadującej bruzdy nosowo-wargowej. Potwierdza to personel medyczny, taki jak ratownicy medyczni czy anestezjolodzy, którzy spędzają dużo czasu blisko głów chorych pacjentów i są narażeni na infekcję, nawet jeśli pacjenci noszą maskę.

– Maski zasadniczo nie są w stanie zapewnić 100% ochrony, choćby ze względu na nieprawidłowe ich użycie. Niemniej jednak byłoby błędem powiedzieć, że nie zapewniają absolutnie żadnej ochrony – mówi profesor Krekel, kierownik działu dydaktyki i badań z dziedziny Mechaniki Biofluidu na Wydziale Mechanicznym OTH Regensburg. – Proste działania optymalizacyjne masek medycznych mogą zatrzymać do 85% aerozolu oraz około 95% kropelek, a co za tym idzie – znacznie zwiększają ich skuteczność ochronną.

Zanieczyszczone aerozole potencjalnie bardziej niebezpieczne

Podczas badania ścieżki infekcji epidemiolodzy dokładnie obserwowali aerozole, które są respirabilne i z powodu konwekcji mogą pozostać w powietrzu przez długi czas. Zawierają one cząsteczki w zakresie od 100 nm do 5 µm, przenikające do oskrzeli, i jeśli przenoszą wirusa, mogą spowodować infekcję płuc. Cząsteczki w przedziale od 5 do 10 µm nie przenikają dalej niż do głośni. Większe kropelki, do około 100 µm, zatrzymują się w nosie lub gardle, więc zazwyczaj powodują tylko łagodne choroby. Ponadto nie przenoszą się w powietrzu na dalekie odległości (tylko do 1,5 m). Szacuje się, że niebezpieczeństwo stwarzane przez zanieczyszczone kropelki jest niskie i łatwe do opanowania. W normalnych warunkach cząsteczek powyżej 100 µm nie można w ogóle wdychać. W celu zabezpieczenia wszystkich istotnych ścieżek transmisji cząsteczek zespół profesor Krenkela, w warunkach najbardziej zbliżonych do rzeczywistych, bada mechanizm propagacji zarówno aerozoli, jak i kropelek.

– Nasi badacze, we współpracy z Uniwersyteckim Centrum Medycznym Hamburg Eppendorf i Regensburg, są skupieni na badaniu funkcji masek ochronnych w różnych warunkach oraz na określaniu i oszacowaniu optymalizacji działań.

Silniki liniowe pomagają pracownikom naukowym

Od czasu otwarcia w 2014 roku laboratorium biomedycznych i biologicznych testów przepływu zespół profesora Krekela zdobył szerokie doświadczenie przy tworzeniu zestawów testowych w systemach medycznych. Naukowcy naśladowali i przeanalizowali procesy, które zachodzą w ludzkim krwiobiegu oraz w drogach oddechowych. Do badania procesów zachodzących w drogach oddechowych potrzebowali „pasywnych płuc" mogących symulować zmiany ciśnienia i objętości ludzkiego narządu oddechowego. Ze względu na podatność tkanki płucnej pętla ciśnienie – objętość nie jest liniowa, ale bardziej o kształcie S (sigmoidalnym) oraz jest inna dla wdechu i wydechu. Oznacza to, że pompa i podobne aparatury nie będą jej dobrze odzwierciedlać. Ta sama sytuacja dotyczy symulacji serca. Także w tym przypadku proste systemy wkrótce napotkają ograniczenia. Przykładowo mimośrodkowe pompy napędzane przez silniki krokowe mogą symulować tylko liniowe zależności, dając naukowcom niewielką elastyczność.

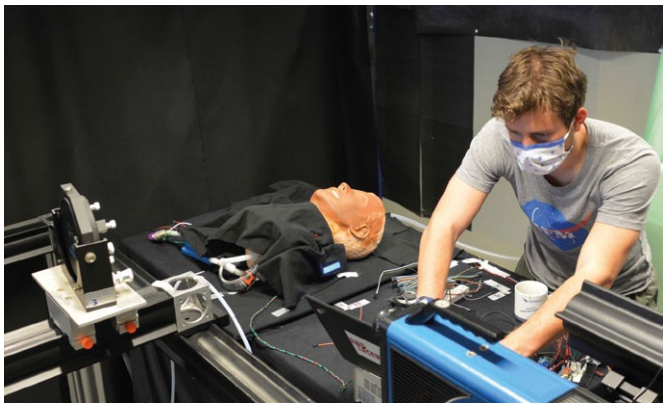
– Potrzebowaliśmy czegoś, co można szybko, ale precyzyjnie kontrolować – mówi profesor Krekel, podsumowując wymagania dotyczące odpowiedniego rozwiązania.

Wydychanie powietrza bez maski Fot.: OTH Regensburg

Wydychanie powietrza z maską Fot.: OTH Regensburg

Wszechstronny system pompa – motor

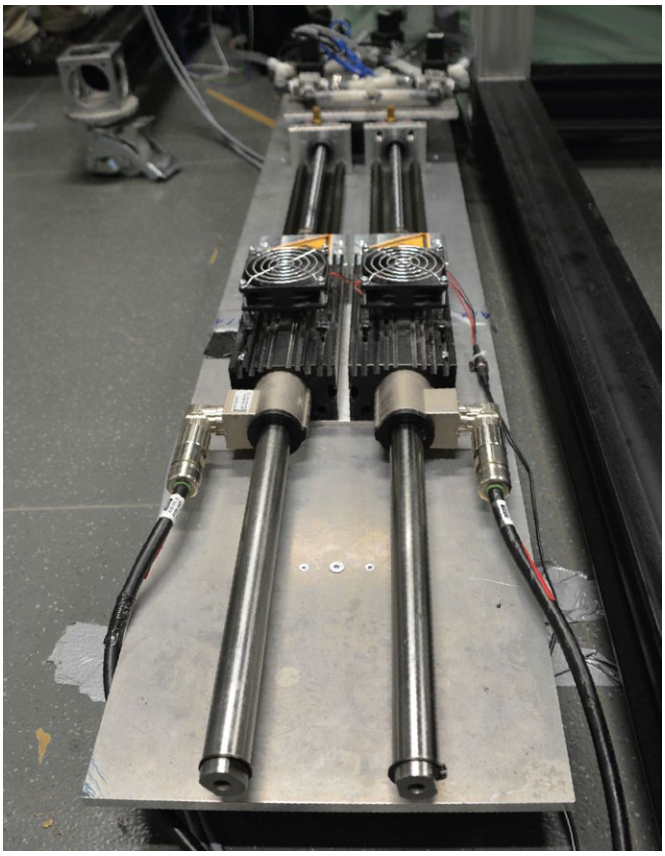
W rezultacie naukowcy zdecydowali się na dwa egzemplarze silników liniowych LinMot – PS01- 48x240F-C z klasą ochronną IP67 do napędzania tłoków pompy liniowej. Układ zaworów zapewnia regulację ciśnienia oraz wprowadzenie środków (powietrza, substytutu krwi) do każdego cylindra. Silniki liniowe są zasilane przez sterownik oraz monitorowane i koordynowane przez, często używany w maszynach, przemysłowy zespół sterujący, dzięki czemu zapewniają pracownikom naukowym dużą elastyczność. System testowy może w sposób realistyczny oraz odtwarzalny symulować zależność ciśnienie – objętość zdrowego i chorego serca. Naukowcy zastosowali system do symulacji pasywnych płuc, który jest w stanie odtworzyć konsekwencje zmian spowodowanych przez chorobę. Obejmuje to rozmieszczenie powietrza między płatami płuc.



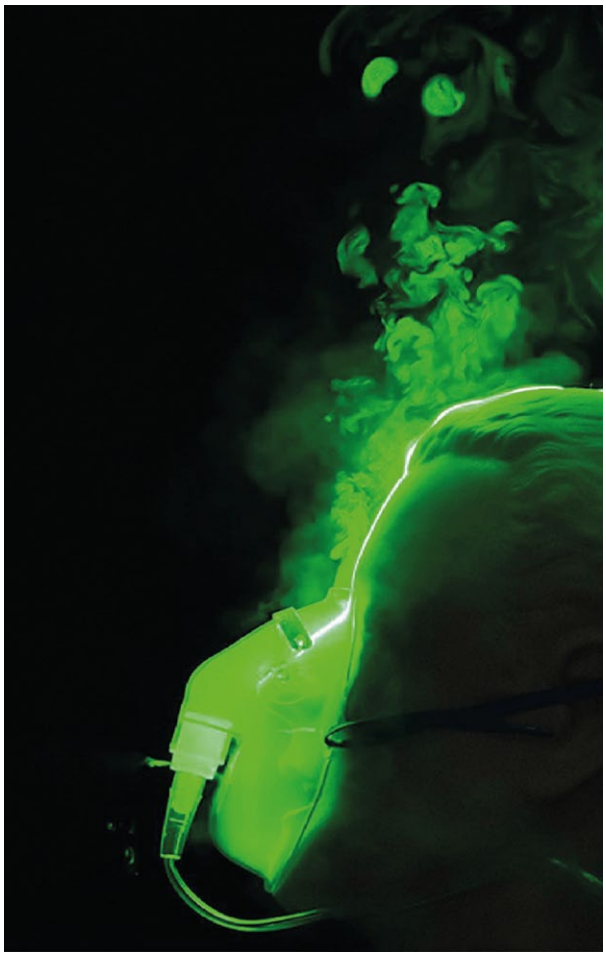
Pracownicy naukowi z OTH Regensburg używają fantomu do badania skuteczności ochronnej masek w walce przeciwko rozprzestrzenianiu się wirusa COVID-19 Fot.: Rossmann

Szybsze wstępne wyniki testów

Elastyczność systemu pomogła naukowcom w czasie, gdy pandemia COVID-19 wymagała szybkich odpowiedzi na ważne pytanie – jak dobrze maseczka medyczna chroni personel szpitala? Na początku marca szpitale zwróciły się z tym pytaniem do zespołu profesora Krekela, który w ciągu kilku dni opracował właściwą konfigurację badania, w którym silniki liniowe odegrały ważną rolę. Są one trzonem sztucznego układu oddechowego i regulacji przepływu powietrza. Z programowalnymi wartościami przyspieszenia, prędkości jazdy i skoku badacze z łatwością mogli wdrożyć różne przypadki oddychania, takie jak normalne oddychanie, kaszel i niedotlenienie. Użyli do tego narzędzia konfiguracyjnego LinMot Talk, tworzącego liczne profile ruchu. Za pomocą interfejsu użytkownika danego sterownika przemysłowego naukowcy mogli zapisać poszczególne przypadki oraz przywołać je w dowolnej kolejności bezpośrednio z aplikacji.



Elastyczne i wydajne: silniki liniowe LinMot stanowią podstawę do symulacji przepływów oddechowych i krążeniowych



Profesor Lars Krekel, Kierownik nauczania i badań z dziedziny mechaniki biofluidu w Wydziale Mechanicznym OTH Regensburg: „Jak pokazaliśmy, z pomocą silników liniowych łatwe kroki optymalizacyjne masek medycznych mogą osiągnąć współczynnik retencji do 85% odnośnie do aerozoli i około 95% dla kropelek, tym samym zwiększając skuteczność ochronną"

Automatyzacja testów przy pomocy elementów przemysłowych

– Okazało się również, że możemy połączyć silniki szwajcarskiego producenta z bardzo uniwersalnymi i wysoce zaawansowanymi systemami sterowników Beckhoff lub B&R. Firmy te oferują także szeroki wybór różnych modułów I/O oraz interfejsu – wyjaśnił profesor Krenkel. – Możemy całkowicie zautomatyzować cały przebieg testów, synchronizować system, tym samym gwarantując wysoką powtarzalność.

Przykładowo generator aerozolu i zawór regulujący dopływ do pompy liniowej są podłączone do wyjścia 24 V, tak aby cząsteczki mogły być pobierane przez tłok pompy w odpowiednim czasie.

Podsumowanie

– Dane zbierane od połowy maja pokazują, że maski medyczne mogą zatrzymać 65% do 75% aerozoli na poziomie podstawowym, w zależności od konstrukcji. Na poziomie dodatkowym w dużej mierze skuteczność filtra zależy od tego, jak dobrze maska jest dopasowana, oraz od budowy fizycznej człowieka noszącego maskę – mówi profesor Krenkel, podsumowując wyniki serii testów przeprowadzonych w ciągu 6 tygodni. – Używając prostych kroków, takich jak przymocowanie maski po bokach za pomocą taśmy, 85% aerozoli może być zatrzymanych, a ucieczce nieprzefiltrowanego powietrza można całkowicie zapobiec.

Fakt, że wstępne i odtwarzalne wyniki testów były dostępne dla badaczy w ciągu kilku dni, częściowo wynikał z zastosowania układu silnika liniowego LinMot, który może być stosowany w wielu obszarach mechaniki biofluidu, redukując czas i trud niezbędny do stworzenia złożonych wariantów testowych. W związku z tym profesor Krenkel zamierza częściej stosować układ silnika liniowego w kolejnych projektach badawczych. ■

Artykuł opublikowany za zgodą firmy LinMot.

Multiprojekt Automatyka Sp. z o.o.
ul. Cystersów 20 A, I Piętro, 31-553 Kraków
tel. 12 413 90 58, fax 12 376 48 94
e-mail: info@multiprojekt.pl
www.multiprojekt.pl

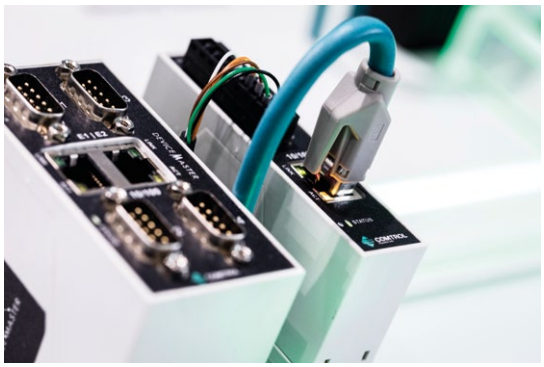
Elastyczna modernizacja zakładu za pomocą bram szeregowych

Szeregowe bramki do podłączania urządzeń szeregowych do nowoczesnych sieci Ethernet

Od skanerów kodów kreskowych, głowic odczytu/zapisu RFID i systemów wizyjnych po wagi: urządzenia z interfejsami szeregowymi są nadal używane w wielu aplikacjach. W tym samym czasie następuje zwrot w kierunku nowoczesnych systemów fieldbus opartych na sieci Ethernet, takich jak PROFINET i EtherNet/IP. Oznacza to, że użytkownicy stają przed wyzwaniem harmonizacji swoich systemów. Aby uniknąć konieczności wymiany wszystkich urządzeń szeregowych jednocześnie i zachować sprawdzone rozwiązania, systemy można doposażyć w bramki szeregowe (DeviceMaster®). Umożliwia to modernizację przy jednoczesnym zapewnieniu długoterminowego bezpieczeństwa inwestycji.

Niezawodne połączenie z systemami opartymi na sieci Ethernet

Bramki szeregowe Pepperl+Fuchs łączą protokoły komunikacji szeregowej RS-232, RS-422 i RS-485 w jednym urządzeniu. Oznacza to, że prawie wszystkie urządzenia szeregowe dostępne na rynku można elastycznie podłączyć do bram komunikacji typu RS. Jest to możliwe dzięki regulowanym parametrom tejże komunikacji, w tym szybkości transmisji, parzystości i separatorom, za pośrednictwem zintegrowanego serwera internetowego lub oprogramowania PortVision® DX. Oprogramowanie do wykrywania i zarządzania opracowane przez firmę Pepperl+Fuchs Comtrol umożliwia klonowanie konfiguracji urządzeń i upraszcza uruchamianie urządzeń sieci Ethernet.



Szeregowe pakiety danych można łatwo przeglądać w dowolnym momencie za pośrednictwem serwera internetowego.

Rozbudowane opcje konfiguracji dla szerokiej gamy zastosowań

Wszystkie ustawienia portów można modyfikować, dzięki czemu do bram szeregowych można jednocześnie podłączać kilka typów urządzeń szeregowych. Bramki są dostępne w różnych wersjach z różną liczbą portów i połączeń (zaciski śrubowe, DB9 lub RJ45). W zależności od typu urządzenia obsługiwane są protokoły MODBUS, PROFINET, EtherNet/IP, TCP/IP, EtherNet/IP-to-MODBUS i PROFINET-to-MODBUS. Dostępne są również sterowniki dla systemu Windows® lub Linux dla urządzeń TCP/IP, co oznacza, że urządzenia szeregowe można łatwo podłączyć do systemów komputerowych. Bramy z protokołami EtherNet/IP-to-MODBUS i PROFINET-to-MODBUS umożliwiają dwukierunkową komunikację pomiędzy sterownikami EtherNet/IP lub PROFINET a urządzeniami MODBUS. Poprzez integrację sprawdzonych urządzeń z nowoczesnymi systemami opartymi na sieci Ethernet można tworzyć sieci komunikacyjne o różnym stopniu złożoności. ■

Pepperl+Fuchs Sp. z o.o.

reklama

Zwiększenie niezawodności. Elastyczność sterowania. Uproszczona integracja.

Switche Ethernetowe RocketLinx®

Wejdź na: pepperl-fuchs.com/pr-rocketlinx

RocketLinx

- W pełni funkcjonalne switche Ethernetowe dla silnego cyberbezpieczeństwa i maksimum wydajności
- Połączenie gigabitowego portu RJ45 i portów światłowodowych SFP w jednym urządzeniu umożliwia elastyczne dostosowanie do indywidualnej sieci
- Zaprojektowane z myślą o niezawodności: redundancja sieci, wytrzymałe metalowe obudowy i rozszerzone zakresy temperatur

Your automation, our passion.

PEPPERL+FUCHS

Technika napędowa SEW-EURODRIVE w rzeczywistości 4.0.

Współtworzenie inteligentnych fabryk Sm@rt Factory

Nasza wizja fabryki przyszłości posiada modułową budowę i składa się z segmentów – zoptymalizowanych pod kątem *Lean* elastycznie połączonych *Small Factory Units* (fabryki w fabryce). Poszczególne stacje robocze stanowią moduły procesowe, które dzięki asystentom (systemy CPS) są inteligentnie połączone ze sobą, tworząc sieć. Ludzie, rzeczy, procesy, usługi i dane – wszystko jest osieciowane.

Czy to wizja dalekiej przyszłości? Nie – takie rozwiązania wdrażane są już dzisiaj. Celem jest osiągnięcie wyższego poziomu produktywności w zakresie współpracy ludzi i techniki. Inteligentne produkty/obiekty wyposażone w zintegrowane systemy, kody QR oraz chipy RFID sterują sobą samodzielnie. Dzięki standardowym interfejsom oraz nowoczesnej technologii informacyjnej możliwa jest wysoce elastyczna i zautomatyzowana produkcja typu *Plug & Play*.

W SEW-Eurodrive sprzedajemy tylko sprawdzone rozwiązania – w tym celu powstała wzorcowa fabryka w Niemczech, w Graben-Neudorf. Testujemy w niej w realnych warunkach nasze nowe procesy produkcyjne i logistycznych zgodne z założeniami filozofii *Lean*. Efektem optymalnego połączenia poszczególnych etapów produkcji w wydajny proces całościowy jest mierzalny potencjał oszczędnościowy. Wydatki na zasoby z obszaru techniki produkcji ulegają zmniejszeniu, a dzięki całościowemu procesowi oraz technice możliwe jest optymalne wspieranie ludzi podczas wykonywanej przez nich pracy.

Na tym etapie są testowane i optymalizowane drogi przejazdu, a następnie przenoszone są ze świata wirtualnego do rzeczywistego za pomocą jednego kliknięcia. W fabryce SEW-Eurodrive połączenie poszczególnych procesów pracy w obszarze montażu przekładni przejmują mobilne systemy asystenckie:

Asystenci logistyki (transport komponentów)

Zaopatrują w odpowiednim momencie wyspy montażowe we właściwe komponenty.

Asystenci logistyki (tryb jazdy swobodnej)

Transportują przedmioty o łącznej wadze sięgającej do 1,5 tony i potrafią swobodnie się poruszać i nawigować w obiekcie.

Asystenci montażu (system cyberfizyczny)

Wspierają montażystów podczas pracy. Zgodnie z filozofią Industry 4.0 są one systemami cyberfizycznymi, które mają zapisane w sobie wszystkie niezbędne dane dotyczące produktu oraz klienta.

Asystenci logistyki (transport gotowych produktów)

Transportują gotowe motoreduktory z działu montażu do stacji napełniania olejem, kontroli, a następnie do lakierni.

Asystenci obsługi w dziale produkcji

Mobilny asystent obsługi przejmuje monotonne prace w zakresie wyposażenia maszyny i usprawnia pracę operatora.

Industry 4.0 w ramach całkowitego procesu zmienia rolę człowieka w funkcję nadrzędną w całym łańcuchu wartości. Powstają nowe obszary pracy, w których do głównych zadań należą kwestie związane ze sterowaniem, monitorowaniem oraz optymalizacją procesów.

Pracownik przestaje być asystentem i staje się decydującym „dyrygentem", który łączy ze sobą różne pojedyncze etapy zgodnie ze specyficznymi wymaganiami. Tego typu odciążenie pracownika produkcyjnego oznacza, że będzie on mógł zrealizować się w nowo zdefiniowanym obszarze.

Inteligentna kompilacja człowieka i technologii. Pracownik jako „dyrygent" łańcucha wartości

Lean Industry 4.0 stawia na współdziałanie ludzi i maszyn – człowiek i robot pracują razem ramię w ramię. W przyszłości świat realny i wirtualny zostaną ze sobą połączone w takim stopniu, że możliwe będzie ich całkowite osieciowanie. W ramach Industry 4.0 wszystkie systemy są inteligentnie połączone w sieć i wymieniają informacje z wytwarzanymi produktami w czasie zbliżonym do rzeczywistego (oczywiście dotyczy to również ludzi!).

Ze względu na wiele różnych zależności, które zachodzą w inteligentnej fabryce, ważne jest wzmacnianie sprawdzonych głównych filarów, takich jak tworzenie wartości, optymalizacja procesów, bezawaryjność i bezbłędność, jak również wydajne zarządzanie oraz wspieranie tych obszarów inteligentnymi rozwiązaniami automatyzacji.

SEW-Eurodrive to znana marka rozwiązań techniki napędowej oraz procesów automatyzacji produkcji.

Od 90 lat na świecie i 25 w Polsce dostarczamy modułowe systemy napędowe indywidualnie dopasowane do wymagających aplikacji.

Głównym czynnikiem sukcesu jest rozwój, otwartość na zmianę i kompleksowość usług na najwyższym poziomie.

W nowej rzeczywistości Industry 4.0 ciągle się rozwijamy. Wdrożyliśmy nowoczesne rozwiązania logistyczne, jak samojezdne wózki transportowe AGV, oraz stworzyliśmy nową jakość automatyzacji: modułowy system automatyki MOVI-C.

Dysponujemy specjalistyczną obsługą serwisową 24 h/7 oraz szeroką ofertą szkoleniową w zakresie produktów, rozwiązań napędowych, jak również w zakresie rozwoju kadry inżynierskiej.

Realizujemy wysokie standardy jakości. Potwierdza to wdrożony w SEW-Eurodrive Polska system zarządzania jakością ISO 9001-2015 oraz najnowszy system zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy ISO 45001:2018. ■

BEYOND – zawsze ponad standard.

SEW EURODRIVE 25 LAT W POLSCE

SEW-EURODRIVE Polska Sp. z o.o.
ul. Techniczna 5
92-518 Łódź
tel. 42 293 00 00
e-mail: sew@sew-eurodrive.pl
www.sew-eurodrive.pl

Falowniki modułowego systemu automatyki MOVI-C® firmy SEW-EURODRIVE

Państwa maszyny i urządzenia z całą pewnością wyposażone są w falowniki! Falowniki od dziesięcioleci wykorzystywane są do sterowania układami napędowymi na przykład w liniach transportowych, układnicach regałowych, układarkach regałowych oraz wielu innych modułach maszyn. Czy jednak każdy falownik jest taki sam? I czy dzisiejsze standardy technologiczne oferują przyszłościowe rozwiązania?

Falowniki MOVIDRIVE® – technika szafowa

Podstawowym wyzwaniem w procesie rozwoju naszego nowego modułowego systemu automatyki MOVI-C® była odpowiedź na pytanie, czy dzisiejsze falowniki spełnią wymagania związane z automatyzacją w przyszłości. Jednym z rozwiązań był rozwój dojrzałych i technologicznie skutecznych komponentów, które sprawdziły się jako niezawodne elementy systemu.

W związku z tym zdecydowaliśmy się na opracowanie całkowicie nowej generacji falowników, aby modułowy system automatyki MOVI-C® był rozwiązaniem na wyższym poziomie technologicznym. W naszym rozumieniu przyszłość automatyzacji zależy od każdego podzespołu, również od falowników. Dlatego w ramach nowego modułowego systemu automatyki MOVI-C® dostępne są nowe falowniki MOVIDRIVE®. Ich nazwa się nie zmienia, ale falowniki zostały od nowa opracowane i zaprojektowane. Rezultat: nowa platforma falownikowa na potrzeby wszystkich rozpowszechnionych silników.

Falowniki szafowe MOVIDRIVE®

Wersja kompakt lub modular: MOVIDRIVE® steruje i monitoruje wszystkie rodzaje silników

Falowniki MOVIDRIVE® dostępne są jako falowniki jednoosiowe o mocy nominalnej do 315 kW lub jako modularne systemy wieloosiowe z modułami jedno- bądź dwuosiowymi, umożliwiające wygenerowanie prądu nominalnego do 180 A. Na potrzeby dynamicznych ruchów falowniki zapewniają zdolność przeciążeniową do 250%. Zarówno jako jednoosiowe falowniki, jak również w wersji modularnej mogą być stosowane do sterowania wszystkimi rodzajami silników – synchronicznych i asynchronicznych silników trójfazowych z enkoderem lub bez, silników asynchronicznych w technologii LSPM lub synchronicznych i asynchronicznych silników liniowych. Funkcja bezpieczeństwa STO PL e została przy tym zintegrowana w urządzeniu podstawowym, a dzięki kartom bezpieczeństwa istnieje możliwość rozszerzenia urządzenia o ponad 15 dalszych funkcji bezpieczeństwa.

W praktyce MOVIDRIVE® szczególnie wyróżnia się poprzez nieskomplikowane i szybkie uruchomienie

Aby uruchomić silnik, wystarczy odczytać i wprowadzić oznaczenie jego typu z elektronicznej tabliczki znamionowej. Alternatywną możliwością jest skorzystanie z elektronicznego katalogu dostępnego z poziomu oprogramowania MOVISUITE®.

Poza tym nawet nieznane silniki nie stanowią już większego problemu. Można je uruchomić, używając funkcji automatycznego pomiaru. Optymalna wydajność energetyczna zapewniona jest dzięki zastosowaniu urządzeń zwrotu energii do sieci, magazynowaniu energii czy funkcji *stand-by* ograniczającej bieżące zapotrzebowanie. Tryb *stand-by* redukuje zapotrzebowanie na energię falownika podczas przerw w pracy nawet o 85%, nie przerywając przy tym komunikacji z nadrzędnym PLC.

Uruchomienie aplikacji realizowane jest za pomocą interfejsu graficznego umożliwiającego łatwe ustalenie profilu ruchu oraz za pośrednictwem automatycznego generowania kodu IEC, będącego podstawą do napisania własnego programu.

Falownik decentralny do montażu w bliskim otoczeniu silnika.
Falowniki decentralne MOVIMOT®

Dzięki MOVI-C® wszystko jest ze sobą kompatybilne

Również nasz nowy modułowy system automatyki MOVI-C® gwarantuje tę kompatybilność, oprogramowania z techniką sterowania i falownikami, a te z kolei z układami napędowymi.

Zapewniamy przyszłościowe rozwiązania automatyzacji dostosowane do Państwa indywidualnych potrzeb.

Zalety

- **Sterowanie dla każdego silnika** przy wykorzystaniu tylko jednej serii falowników.
- **Bezpieczeństwo funkcjonalne** od urządzeń kompaktowych po modularne, wieloosiowe systemy z jedno- lub dwuosiowymi modułami.
- **Szybkie i sprawne uruchamianie** dzięki elektronicznej tabliczce znamionowej dostarczającej wszystkie dane przekładni i silnika

Falowniki decentralne MOVIMOT® flexible

MOVIMOT® flexible zapewnia wiele swobody przy optymalizacji produkcji według koncepcji *lean automation*. Dzięki zastosowaniu falownika decentralnego automatyka opuszcza centralną szafę sterowniczą i znajduje swoje miejsce na terenie obiektu wraz z techniką napędową – dokładnie tam, gdzie jest potrzebna.

Rozwój naszej oferty produktów techniki decentralnej bazuje na modułowym systemie automatyki MOVI-C®.

MOVIMOT® flexible to nowy falownik decentralny, który może zostać zamontowany bezpośrednio na linii produkcyjnej, blisko silnika, niezależnie czy będzie to silnik synchroniczny, czy asynchroniczny.

Falowniki MOVIMOT® flexible są dostępne w dwóch wariantach obudowy – MMF1. oraz MMF3. W przeciwieństwie do wykonania podstawowego (MMF1.) wersja MMF3. może być wyposażona w dodatkowe opcje. Na przykład w wyłącznik serwisowy (z lub bez zintegrowanego wyłącznika nadmiarowoprądowego), złącze inżynieryjne M12 czy port do podłączenia lokalnego panelu sterowania. Dodatkowo może też być zintegrowany włącznik kluczykowy ze stykiem sygnału zwrotnego.

Falowniki decentralne dostępne są w klasach wydajności prądowej 2,0 A; 2,5 A; 3,2 A; 4,0 A oraz 5,5 A, co przekłada się na moce od 0,55 kW do 3,0 kW (zależnie od typu silnika). Dodatkowe klasy wydajności (do 7,5 kW) są obecnie w przygotowaniu.

Łatwe podłączenie

Dzięki cyfrowej integracji silnika wystarczy tylko jeden kabel, aby połączyć falownik MOVIMOT® flexible z napędem, enkoderem i dodatkowymi opcjami. Inteligentne cyfrowe połączenie standardowym kablem hybrydowym umożliwia dostarczanie mocy oraz transfer danych między falownikiem a silnikiem. O ile silnik wyposażony jest w cyfrowy interfejs danych MOVILINK® DDI, informacje z elektronicznej tabliczki znamionowej, dane hamulca oraz informacje diagnostyczne przekazywane są bezpośrednio do falownika, co umożliwia łatwe uruchomienie.

Podsumowanie:

Modułowy system automatyki MOVI-C® firmy SEW-EURODRIVE umożliwia realizację rozwiązań zarówno z falownikami w szafie rozdzielczej, jak również z elektroniką napędową nabudowaną na silniku czy zamontowaną w jego pobliżu. Zawsze z zachowaniem optymalnego wykorzystania energii w procesie produkcyjnym. ■

SEW-EURODRIVE Polska Sp. z o.o.
ul. Techniczna 5
92-518 Łódź
tel. 42 293 00 00
e-mail: sew@sew-eurodrive.pl
www.sew-eurodrive.pl

Samoczynna kalibracja za pomocą wbudowanego wzorca temperatury

TrustSens – pierwszy na świecie samokalibrujący się termometr przemysłowy

Janusz Zajączkowski

Możliwość automatycznej kalibracji czujników temperatury bez konieczności ich demontażu przynosi bezdyskusyjne korzyści dla ciągłości i jakości kontrolowanych procesów technologicznych. Opracowana i wdrożona przez Endress+Hauser metoda kalibracji za pomocą temperatury Curie jako wewnętrznego wzorca została uznana przez ośrodki badawcze i certyfikacyjne za dokładną i stabilną. Termometr iTHERM TrustSens samoczynnie przeprowadza wzorcowanie swojego czujnika pomiarowego, a dodatkowo prowadzi ciągłą weryfikację sprzętową i software'ową przyrządu za pomocą technologii „Heartbeat", z raportowaniem jego stanu na żądanie.

W wielu procesach technologicznych pomiar temperatury podlega zarówno rygorom uwierzytelnienia technicznego, jak i formalnego. Punkty o szczególnie dużym znaczeniu dla bezpieczeństwa obiektu lub jakości produktu muszą na bieżąco legitymować się ważnym dokumentem poświadczającym ich parametry metrologiczne, a także stan techniczny.

W branżach najbardziej wrażliwych, czyli w przemyśle spożywczym, farmaceutycznym, kosmetycznym, znajduje to odzwierciedlenie w procedurach GMP (*Good Manufacturing Practice*) lub SOP (*Standard Operating Procedure*).

Schematyczna budowa czujnika pomiarowego w termometrze TrustSens. „Reference" – element wzorcowy o znanej temperaturze Curie

Korzyści płynące z samokalibracji termometrów przemysłowych

Kalibracja czujnika temperatury jest czynnością wymagającą przerwania kontrolowanego procesu wytwarzania lub, jeśli to niemożliwe, zapewnienia pomiaru redundantnego, z termometrem zapasowym utrzymywanym w ciągłej gotowości. Sprawdzany czujnik musi zostać zdemontowany i umieszczony w termostatyzowanej kąpieli lub piecyku kalibracyjnym. Użytkownik staje wówczas przed koniecznością odesłania czujnika do laboratorium kalibracyjnego lub – w przypadku kalibracji na obiekcie – zaangażowania wyspecjalizowanego zespołu, dysponującego odpowiednim kalibratorem blokowym.

Pożądaną właściwością termometrów byłaby więc możliwość kalibracji termometru w trakcie pracy, bez przerywania pomiaru i tym bardziej bez demontażu przyrządów, który wiąże się z rozszczelnieniem instalacji, a w technologiach czystych – dodatkowo utratą aseptyczności.

Największą przeszkodą w realizacji takiego układu na skalę przemysłową był brak stabilnego wzorca temperatury o rozmiarach i konstrukcji umożliwiającej jego umieszczenie wewnątrz czujnika.

Wiemy, że potrzebujesz wiarygodnych informacji, aby zwiększać bezpieczeństwo i wydajność swoich procesów technologicznych.

WARTOŚĆ MIERZONA + WARTOŚĆ DODANA

Otrzymujesz pakiet usług i rozwiązań, które Cię wspierają, a trafne decyzje podejmujesz w oparciu o rzetelne dane.

Heartbeat Technology – poczuj puls urządzeń pomiarowych

Heartbeat Technology

- Heartbeat Diagnostyka – zwiększenie bezpieczeństwa zakładu.
- Heartbeat Weryfikacja – potwierdzenie wiarygodności pomiarów bez zakłóceń produkcji.
- Heartbeat Monitoring – wsparcie w optymalizacji procesu technologicznego.

Dowiedz się więcej
www.pl.endress.com/heartbeat

Endress+Hauser
People for Process Automation

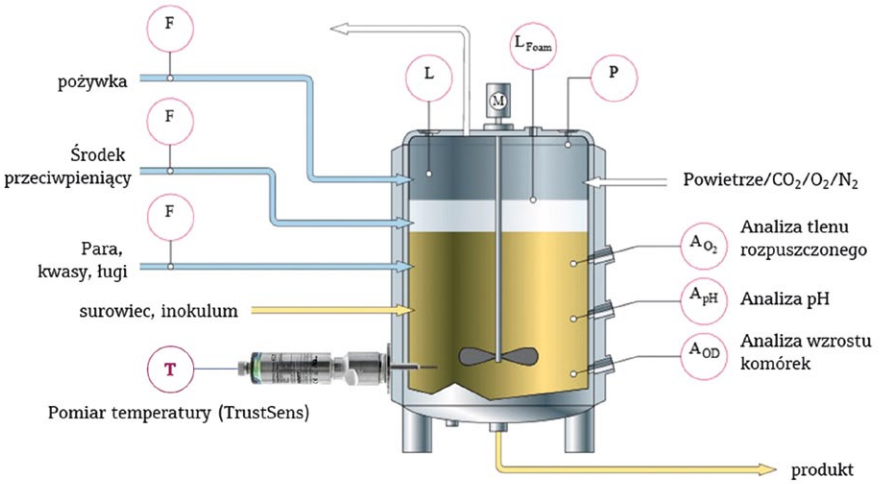
Techniczne rozwiązanie tego zagadnienia w zakresie temperatur od –40 do +160°C pojawiło się w 2017 roku, kiedy Endress+Hauser udostępnił do sprzedaży termometr TrustSens, będący efektem wieloletnich prac badawczo-rozwojowych w zakresie wykorzystania temperatury Curie.

W wymienionym termometrze materiał o znanej temperaturze Curie (TC), wynoszącej około 118°C, jest wbudowany w pobliżu czujnika pomiarowego Pt100. Proces wzorcowania termometru zachodzi przy przejściu znanej TC podczas spadku temperatury.

Termometr TrustSens wykonuje wzorcowanie w tle, nie przerywając pomiaru, oraz zapisuje w wewnętrznej pamięci wynik ostatnich 350 kalibracji. W efekcie spełnione są dwa podstawowe założenia przyjęte dla opracowanego przyrządu – kalibracja termometru odbywa się samoczynnie i bez przerywania pomiaru.

Endress+Hauser zlecił certyfikację sposobu i stabilności kalibracji przez TÜV Thüringen.

Wyniki testów TÜV potwierdziły bardzo wysoką stabilność i dokładność metody i pozwoliły określić dokładność kalibracji na ±0,349 K.

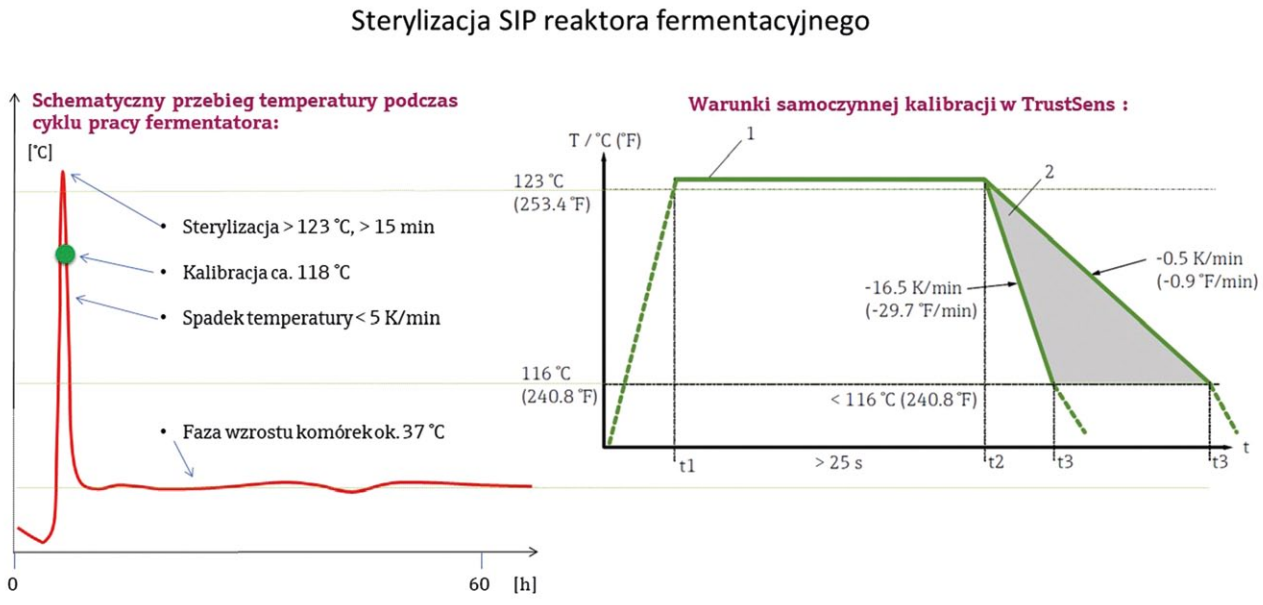


Opomiarowanie zbiornika fermentacyjnego dla procesów biotechnologicznych

Przebieg procesu samokalibracji w termometrze TrustSens na przykładzie procesów sterylizacji w branżach spożywczej i farmaceutycznej

Zgodnie ze słownikiem terminologii metrologicznej Głównego Urzędu Miar kalibracja lub wzorcowanie jest to ustalenie odchyłki między wartością wzorca a wskazaniem przyrządu oraz ewentualnie w następnym kroku ustalenie prawidłowego wyniku pomiaru na podstawie wskazania. Wbrew potocznemu rozumieniu kalibracją nie jest adjustacja przyrządu, która może być wykonana ręcznie lub automatycznie poprzez zmianę jego parametrów.

Przebieg procesu samoczynnego wzorcowania zobrazujemy na przykładzie kontroli temperatury w reaktorze fermentacyjnym, podlegającym sterylizacji parą.



Przykładowy przebieg kalibracji termometru TrustSens podczas procesu sterylizacji parą reaktora fermentacyjnego.

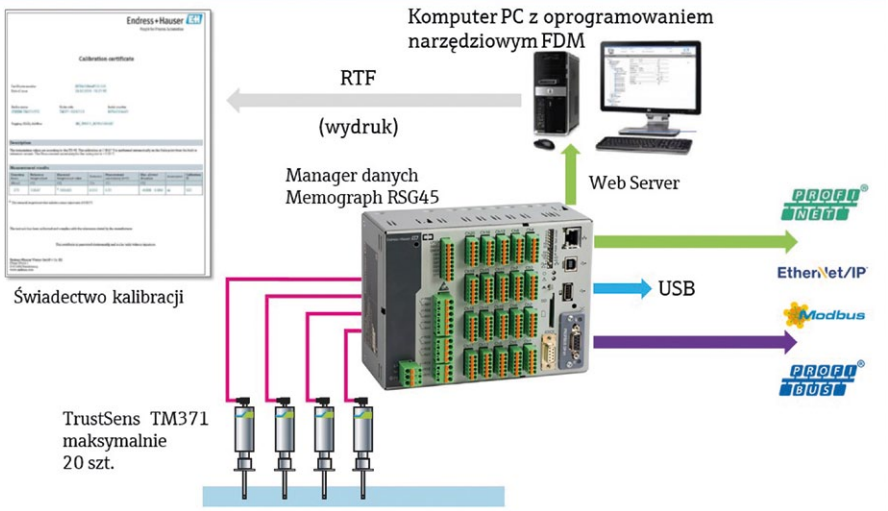
Oznaczenia na wykresie wymaganych warunków kalibracji:

1 – czas trwania fazy procesu o temperaturze wyższej niż TC; 2 – zakres gradientu temperatury dopuszczalny podczas kalibracji

Pomiar temperatury służy zarówno do kontroli procesu w fazie wzrostu bakterii, jak również do nadzorowania czyszczenia SIP, celem wyliczenia prawidłowości osiągniętej wartości funkcji sterylizacji (np. F0).

Przykładowy profil temperaturowy procesu z uwzględnieniem sterylizacji SIP, wraz z przyrównanymi do niego warunkami kalibracji termometru TrustSens, pokazany jest na powyższej ilustracji.

Przy przekroczeniu temperatury Curie układ monitorujący stan materiału wzorca wykrywa zmianę jego stanu i przechodzi w stan gotowości. Gdy po zadanym czasie sterylizacji następuje spadek temperatury, a jej wartość przechodzi ponownie przez punkt Curie, materiał wzorcowy wraca do stanu ferroelektrycznego. Temperatura tej właśnie przemiany fazowej jest temperaturą wzorcową używaną do wyznaczenia odchyłki kalibracyjnej.



Integracja termometrów TrustSens z wykorzystaniem wejść HART Managera Danych Memograph i oprogramowania narzędziowego Field Data Manager (FDM)

Samokalibrujący się termometr TrustSens z przyłączem technologicznym QuickNeck dla szybkiego demontażu bez użycia narzędzi

Obsługa przyrządu i integracja z systemami automatyki

Termometr TrustSens TM371 jest wyposażony w zintegrowany przetwornik pomiarowy z wyjściem analogowym 4 oraz cyfrowym HART7. Dzięki temu jako zmienne HART SV, TV i QV do systemu automatyki mogą być wysyłane dodatkowe informacje istotne dla obsługi: temperatura własna przyrządu, licznik kalibracji oraz ostatnio zmierzona odchyłka kalibracyjna w stosunku do wzorcowej temperatury Curie. Również za pomocą protokołu HART przesyłane są pełne dane diagnostyczne przyrządu. Ponieważ w termometrze TrustSens zaimplementowany został system ciągłej weryfikacji diagnostyki Heartbeat Technology, pełny raport .pdf o stanie przyrządu oraz jego świadectwo kalibracyjne mogą być wygenerowane w dowolnym momencie, np. na żądanie audytora. Jak wspomniano wcześniej, w pamięci przyrządu zapisanych jest 350 ostatnich wartości kalibracyjnych.

W celu wygenerowania wspomnianej ruchowej dokumentacji jakościowej można wykorzystać uniwersalne oprogramowanie narzędziowe FieldCare i połączenie HART bezpośrednio do przyrządu. Innym sposobem jest podłączenie termometru do Managera Danych Memograph, którego oprogramowanie obsługuje zarządzanie kalibracjami czujników TrustSens, a jednocześnie może prowadzić rejestrację wszystkich zmiennych cyfrowych udostępnionych przez termometr. Dane te mogą być następnie udostępnione w sieci Ethernet przez WebServer rejestratora. W takim trybie Memograph może stanowić bramkę HART i koncentrator danych dla maksymalnie 20 urządzeń.

www.pl.endress.com/trustsens

Janusz Zajączkowski
Menedżer Produktu – pomiary temperatury,
Endress+Hauser Polska sp. z o.o.

Endress+Hauser

Endress+Hauser Polska sp. z o.o.
ul. Wołowska 11
51-116 Wrocław
tel. 71 773 00 00
fax 71 773 00 60
e-mail: info.pl@endress.com
www.pl.endress.com

Najnowsze uwarunkowania prawne w sprawie instalowania w budynkach stacji ładowania pojazdów elektrycznych

Marek Trajdos

Dlaczego zmieniono dyrektywę europejską?

W dniu 30 maja 2018 roku Parlament Europejski i Rada dokonały zmiany dyrektywy 2010/31/UE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków i jednocześnie zmieniły dyrektywę 2012/27/UE, wprowadzając nową dyrektywę 2018/844/UE. W pierwszym punkcie preambuły tego dokumentu czytamy:

„Unia jest zaangażowana w działania na rzecz rozwijania zrównoważonego, konkurencyjnego, bezpiecznego i niskoemisyjnego systemu energetycznego. Unia energetyczna i ramy polityki klimatyczno-energetycznej do 2030 r. ustanawiają ambitne zobowiązania Unii **do dalszej redukcji emisji gazów cieplarnianych o co najmniej 40% do 2030 r. w porównaniu z 1990 r.,** do zwiększenia udziału energii ze źródeł odnawialnych w zużyciu energii, do uzyskania oszczędności energii zgodnie z poziomem ambicji Unii, a także do wzmocnienia bezpieczeństwa energetycznego, konkurencyjności i zrównoważonego rozwoju Europy".

Tak znaczna redukcja może być wynikiem tylko bardzo konkretnych, szeroko rozumianych działań przy wykorzystaniu najnowszych technologii. Aby było to możliwe, należy wprowadzać regulacje prawne oraz środki organizacyjno-ekonomiczne wspierające wszelkie możliwe działania zmierzające do tego celu. Działania te muszą być prowadzone wielotorowo i być ze sobą zsynchronizowane. Jako podstawę systemu przyjęto wymagania budowlane dla wszystkich budynków i jak najszerszej infrastruktury miejskiej.

Przepisy w sprawie budowy stacji ładowania – przyspieszenie rozwoju infrastruktury

W dalszej części dyrektywy znajdują się też konkretne wskazania dotyczące działań mających na celu dalsze zmniejszenie emisji dwutlenku węgla, co możemy wyczytać z punktu 22 i dalszych:

„(22) Innowacje i nowe technologie umożliwiają również wspieranie przez budynki ogólnej dekarbonizacji gospodarki, w tym sektora transportu. Budynki mogą na przykład być wykorzystywane do pobudzania rozwoju infrastruktury niezbędnej do inteligentnego ładowania pojazdów elektrycznych oraz zapewniać bazę dla państw członkowskich, jeżeli zdecydują się one na wykorzystanie akumulatorów samochodowych jako źródła energii".

Nie chcąc zanudzać Czytelnika dalszymi cytatami z dyrektywy, wspomnimy tylko, że w sposób bardzo logiczny wskazano na korzystną z ekonomicznego i logicznego punktu widzenia okoliczność, iż wraz z dokonaniem termomodernizacji i modernizacji instalacji elektrycznych istnieje możliwość instalowania po niższych kosztach stacji ładowania pojazdów w ramach nowej infrastruktury budynków (nie tylko użyteczności publicznej, ale i mieszkaniowo-komercyjnych, jak np. hoteli czy apartamentowców). Jako ciekawy aspekt należy tu też wziąć pod uwagę, że w ramach infrastruktury budynków przewiduje się instalowanie odnawialnych źródeł energii, które mogą być wykorzystane bezpośrednio do ładowania. Oczywiście państwa członkowskie UE powinny rozwijać mobilność elektryczną poprzez uwzględnienie jej w infrastrukturze miast i komunikacji międzymiastowej, aby na zasadzie synergii miejsca ładowania były coraz bardziej rozpowszechnione i rozwijały się w harmonii z mikroenergetyką[1].

Do roku 2025 państwa członkowskie powinny ustanowić zmiany w prawie krajowym, aby budynki niemieszkalne posiadające ponad 20 miejsc parkingowych zostały wyposażone w stacje ładowania pojazdów elektrycznych. W planowaniu należy uwzględniać nie tylko pojazdy samochodowe, ale i rowery elektryczne, skuterki czy pojazdy dla osób z ograniczeniami poruszania się. Rozwój tej infrastruktury powinien być wspierany przez budowę wyposażenia parkingów oraz, co ważne, systemów powiadamiania o lokalizacji i zajętości punktów ładowania oraz taryfikacji za pobór energii.

Ważne i konkretne wytyczne przynosi artykuł 8 Dyrektywy: „Systemy techniczne budynku, elektromobilność oraz wskaźnik gotowości budynków". Nowo budowane budynki mieszkalne i niemieszkalne powinny być wstępnie przygotowane do instalowania nowej infrastruktury poprzez uwzględnienie przebiegu przyszłych tras kablowych (tzw. struktura kanałowa) – dotyczyć to będzie pozwoleń na budowę przyznawanych po 10 marca 2021 roku. Artykuł ten uszczegóławia i konkretyzuje wiele zagadnień wspomnianych wyżej.

Należy podkreślić, że wymagania dotyczące systemów ładowania dla budynków publicznych są już określone i wdrażane na bieżąco. Zatem jest pewne, że stacji ładowania będzie coraz więcej i będą wkrótce dostępne niemal wszędzie „pod ręką", czyli z każdym miesiącem znalezienie punktu ładowania będzie łatwiejsze.

Właściwie jak i gdzie najlepiej naładować samochód?

Z powodu istnienia wielu rozwiązań odpowiedź na tak postawione pytanie nie jest łatwa. Z technicznego punktu widzenia można bowiem naładować samochód:

- w normalnym domowym gniazdku sieciowym;
- za pomocą przenośnej ładowarki;

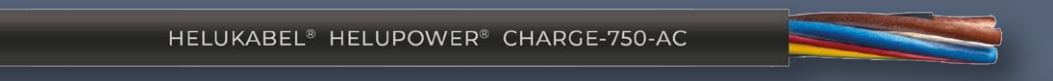
HELUKABEL®

Przyszłość to E-MOBILITY

HELUPOWER® CHARGE

Przewody do ładowania samochodów elektrycznych

- zapewniają szybkie i bezpieczne ładowanie
- do użytkowania zarówno w pomieszczeniach, jak i na zewnątrz
- dzięki powłoce z TPE-U wytrzymują nawet trudne warunki pracy na betonie



ELASTYCZNE

ODPORNE NA UV

ODPORNE NA OLEJE

LSOH
WOLNE OD HALOGENU

METROWANE

Poznaj dedykowaną ofertę dla zastosowań w elektromobilności

SPRAWDŹ KOD QR
LUB ODWIEDŹ
NASZĄ STRONĘ:
sklephelukabel.pl

Rys. 1. Ładowanie samochodu osobowego

Rys. 2. Zewnętrzna, publiczna stacja ładowania łącząca funkcję ładowania z panelem reklamowym (ENSTO)

Rys. 3. Kabel do podłączenia samochodu do stacji ładowania typ 2

- w stacjonarnej publicznej stacji ładowania (rys. 1);

i wreszcie za pomocą energii:

- prądu zmiennego (AC) lub
- prądu stałego (DC).

Aspekty ekonomiczne są jeszcze inne:

- czas (efektywność) pojedynczego ładowania;
- koszt ładowania (energii elektrycznej zużytej);
- czas oczekiwania na dostęp do ładowarki.

Najprawdopodobniej posiadacze samochodów elektrycznych będą je na co dzień ładować w domu lub w miejscu pracy (w trybie wolnym) oraz na stacjach paliw czy parkingach w trybie szybkim. Najwolniejszym sposobem ładowania jest wykorzystanie „zwykłego" gniazda domowego, co jest oczywiście bezpieczne i w przypadku korzystania z taryfy nocnej nieco tańsze.

Szybszym sposobem jest wykorzystanie ładowarki na prąd zmienny 230 V lub 3×400 V. Bez specjalnych zabezpieczeń można tym sposobem ładować pojazdy o mocy od 2 do 13 kW, a w przypadku zastosowania modułów specjalistycznych (EVSE) moc wzrasta nawet do 22 kW. Czas takiej operacji wynosi na poziomie 2–5 godzin, a więc jest akceptowalny w czasie planowanego dłuższego postoju.

Specjalizowaną ładowarkę można oczywiście zastosować w warunkach domowych – ładowanie będzie wówczas nie tylko szybsze, lecz istnieje również możliwość wykorzystywania baterii samochodowych jako systemu podtrzymania zasilania dla wybranych urządzeń (układ dwukierunkowy).

Najszybszym sposobem ładowania jest wykorzystanie prądu stałego i specjalizowanych stacji ładowania. Wówczas nie tylko zwiększa się potencjalna moc pojazdu nawet do około 150 kW, ale i jego czas. Dla mocy powyżej 100 kW należy stosować kable chłodzone cieczą.

Oczywiście przy dużych mocach warto zwrócić szczególną uwagę na strategię kosztową ładowania.

Ładowarka może posiadać wymienne wtyki, dzięki czemu można ją podłączyć do zwykłego gniazda 1-fazowego 230 V AC lub 3-fazowego 3×400 V AC (czyli tzw. „siły").

W zależności od typu gniazda ładowarka może ładować pojazd następującymi wartościami prądu, uzyskując przy tym odpowiednią moc:

- 230 V – 6 A, 10 A, 16 A – moc 3,5 kW – czas ładowania baterii 23 kWh ok. 7 godzin;
- 400 V – 32 A – moc 7,1 kW – czas ładowania baterii 23 kWh ok. 4 godzin.

Ładowarka posiada wyświetlacz, który wskazuje:

- wybrany prąd ładowania;
- temperaturę ładowarki oraz złącza;
- napięcie ładowania;
- zużytą energię podczas ładowania.

Prąd ładowania wybiera się za pomocą dwóch dołączonych do niej kart zbliżeniowych RFID. Ładowarka może być wykorzystana do każdego samochodu posiadającego standard IEC62196 typ 2. Jest to przykład bardzo uniwersalnego rozwiązania dla osób, które chcą urządzenie ładujące mieć zawsze ze sobą, licząc na dostęp do zwykłych gniazd sieciowych.

Na rysunku 2 pokazano stację ładowania o mocy 2×22 kW (możliwość jednoczesnego ładowania dwóch samochodów z gniazd typu 3 i 2). Stacja wykrywa upływ prądu 6 mA i jest wyposażona w wyłączniki różnicowoprądowe typu A. Posiada też pełną ochronę przepięciową, kontrolę temperatury oraz w wypadku zaniku zasilania automatycznie zwalnia blokadę gniazdka. Stacje ładowania zapewniają również możliwość zakupu energii i informacji o jej wykorzystaniu.

Do korzystania z tej stacji konieczne jest posiadanie własnego kabla (rys. 3 i 4).

	Typ 1	Typ 2	Tesla	CCS2	CHAdeMO
	1 faza	3 fazy	DC	DC	DC
Maksymalna moc	7,4 kW	43 kW	120 kW	350 kW	150 kW
Kabel ładowania	Tryb 3	Tryb 3	zainstalowany przy stacji Tryb 4	zainstalowany przy stacji Tryb 4	zainstalowany przy stacji Tryb 4
Obszar użytkowania	standard amerykański, powszechny na rynku azjatyckim	standard europejski	zmodyfikowany Typ 2	standard europejski	powszechny w Japonii
Gniazdo przyłączeniowe			Superładowarki Tesli	Podobne do Typu 2 + 2 piny DC (możliwe ładowanie przy użyciu Typu 2)	

Rys. 4. Tabela przedstawiająca istniejące standardy wtyków stosowanych do ładowania pojazdów elektrycznych

Na rys. 5 pokazano dotychczas stosowane tryby ładowania, których cechy szczególne oraz zalecane kable zestawiono w poniższej tabeli na rys. 6.

Nasza oferta – rozwiązanie i jakość „z jednej ręki”

Na rysunku 6 przedstawiono dane stosowanych wtyków i omówionych poniżej kabli dostosowanych do określonych sposobów ładowania.

Przewód do ładowania samochodów elektrycznych jest przeznaczony do stosowania równie dobrze w publicznych stacjach ładowania, takich jak parkingi w pobliżu autostrad, urzędów czy galerii handlowych, jak i w garażach z gniazdek domowych (występuje w wersjach trójfazowych i jednofazowych). Odporność na promieniowanie UV i olej zapewnia niezawodny proces ładowania w pomieszczeniach i na zewnątrz.

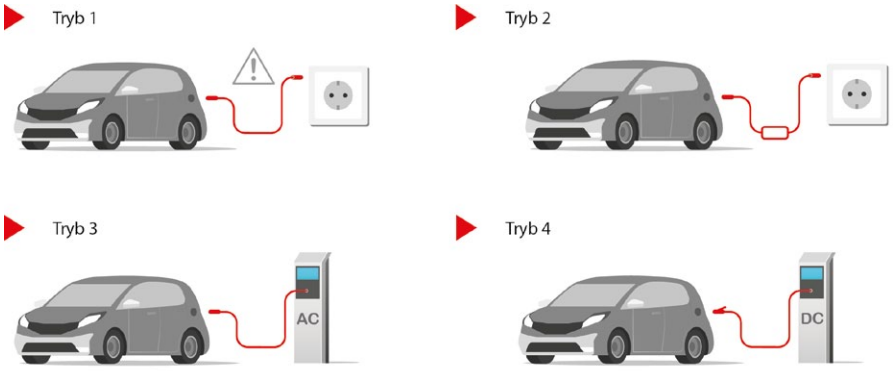
Dzięki zewnętrznej powłoce z tworzywa TPE-U wytrzymuje nawet trudne warunki pracy (ocierania) na betonie. Powłoka może być standardowo czarna lub czerwona oraz w innych kolorach na zamówienie.

Kabel HELUPOWER® Charge 1200 DC posiada podobne właściwości użytkowe i również jest dostępny w kolorze czarnym i czerwonym. Ze względu na możliwą dużą moc ładowania kabel ten występuje w opcji budowy przystosowanej do chłodzenia cieczą.

Obydwa pokazane na powyższych rysunkach kable posiadają następujące cechy wspólne:

- nie podtrzymują ognia;
- nie zawierają halogenków;
- są odporne na oleje;
- są odporne na promieniowanie UV;
- są odporne na temperaturę do +90°C;
- spełniają wymagania dyrektywy LVD 2014/35/EU (CE);
- są metrowane;
- posiadają przekroje żył dostosowane do potrzeb wszystkich współczesnych pojazdów.

Użycie kabla wysokiej jakości ma kluczowe znaczenie dla bezpieczeństwa porażeniowego i pożarowego ładującego i jego mienia oraz dla niezawodności i/lub dostępności systemu. ■



Rys. 5. Zestawienie trybów (modów) ładowania

Tryb ładowania	Komunikacja	Rodzaj wtyku	Ograniczenia	Typ prądu	Kabel
1	brak	wycofany z użytku	jednofazowy: max 16 A, 3,7 kW trójfazowy: max 16 A, 11 kW	AC	wycofany z użytku
2	pomiędzy modułem komunikacji a pojazdem	Typ 2 – Schuko	jednofazowy: max 16 A, 3,7 kW trójfazowy: max 32 A, 22 kW	AC	HELUPOWER® Charge 750 AC
3	pomiędzy pojazdem a stacją ładowania	Typ 2	jednofazowy: max 16 A, 3,7 kW trójfazowy: max 63 A, 43,6 kW	AC	HELUPOWER® Charge 750 AC
4	pomiędzy pojazdem a stacją ładowania	CCS lub CHAdeMO	od 50 kW do 350 kW max do 500 A (200 V – 900 V)	DC	HELUPOWER® Charge 1200 DC

Rys. 6. Tabela przedstawiająca kable zalecane do stosowania w poszczególnych trybach ładowania

Rys. 7. Kabel HELUPOWER® Charge 750 AC

Rys. 8. Kabel HELUPOWER® Charge 1200 DC

Przypisy

1. Ideałem byłoby naładowanie swojego samochodu energią z własnej instalacji fotowoltaicznej!

Marek Trajdos
Konsultant ds. Technicznych

HELUKABEL®

HELUKABEL Polska Sp. z o.o.
Krze Duże 2
96-325 Radziejowice

Falownik SJ-P1

Nowy standard Hitachi

Już ponad rok temu producent przemienników częstotliwości, firma Hitachi, powiększył paletę oferowanych falowników o nową serię SJ-P1, która zastępuje sprawdzone już od wielu lat wektorowe falowniki serii SJ700B/SJ700D.

Przedmiotowe modele są oferowane w zakresach mocy 0,75–315 kW na napięcie zasilania 380–500 V (+10%, –15%) AC.

SJ-P1 jest chwalony za nowy panel operatorski z kolorowym wyświetlaczem TFT z dostępnymi 12 językami (także z językiem polskim), który posiada własny zegar czasu rzeczywistego podtrzymywany baterią oraz pozwala na przechowywanie i kopiowanie parametrów z falownika na falownik. Panel ten wzbogacono ostatnio o ułatwienia, które pozwolą użytkownikowi na szybkie odszukanie i wykonanie nastaw potrzebnych funkcji. Obecnie do menu głównego dodano kolejne tryby nastaw obejmujące tematycznie parametry w czterech dodatkowych grupach, tj.:

- **Tryb użytkownika:** parametry wybrane i dostępne dla użytkownika, wpisywane pod kodami funkcji UA31 do UA62.
- **Krótkie menu:** zgrupowane podstawowe parametry związane z dopasowaniem i pracą z silnikiem.
- **Tryb porównawczy:** zgrupowane parametry zmienione w stosunku do nastaw fabrycznych.
- **Nastawy silnika:** zgrupowane nastawy związane z danymi silnika.

Seria SJ-P1 szczególnie ułatwia połączenia z różnymi sieciami dzięki zastosowaniu wbudowanego portu RS485-Modbus RTU lub opcjonalnych modułów fieldbus.

W celu udogodnienia dostępu do opcjonalnych wejść komunikacyjnych Hitachi opracowało specjalne kasetowe złącza umieszczone na płycie czołowej. Pozwalają one na wygodne połączenie aż 3 różnych modułów opcjonalnych. Dostępne są następujące rodzaje kart opcjonalnych:

- Ethernet (Modbus TCP);
- EtherCAT;
- Profibus-DP;
- ProfiNET;
- płyta do podłączenia enkodera;
- karta bezpieczeństwa;
- analogowe WE/WY;
- wyjścia przekaźnikowe.

Dla falowników serii SJ-P1 jest dostępna również karta bezpieczeństwa S1-FS, która zawiera następujące funkcje:

- STO (*Safe Torque off*) bezpieczne zatrzymanie EN/IEC60204-1;
- SS1 (*Safe Stop 1*) bezpieczne zatrzymanie 1 EN/IEC60204-1;
- SBC (*Safe Brake Control*) sygnały wyjściowe do kontroli zewnętrznego hamulca;
- SLS (*Safe Limited Speed*) zabezpieczenie silnika przed przekroczeniem deklarowanego ograniczenia prędkości;
- SDI (*Safe Direction*) zabezpieczenie wału silnika przez ruchem w niepożądanym kierunku;
- SSM (*Safe Speed Monitor*) sygnały wyjściowe do kontroli pracy silnika poniżej deklarowanego limitu prędkości.

Falowniki SJ-P1 mogą komunikować się bezpośrednio między sobą bez użycia jakichkolwiek urządzeń dodatkowych (PLC, HMI czy PC). Komunikacja ta (oparta na standardzie RS485) w połączeniu z wbudowanym sterownikiem PLC otwiera przed projektantem wiele nowych zaawansowanych możliwości, takich jak np. praca synchroniczna wielu napędów, kaskadowe układy regulacji (np. ciśnienia wody itp.). Taka wymiana informacji między falownikami (szybka sieć RS485 odpowiednio zabezpieczona przed błędami CRC, Timeout, parzystość itd.) umożliwia pozbycie się (bez dodatkowych kosztów) standardowej metody łączenia napędów poprzez wejścia/wyjścia analogowo-cyfrowe oraz w wielu przypadkach także dość drogich rozwiązań sieciowych, takich jak ProfiBus DP, DeviceNet itp.

Kolejnym udoskonaleniem jest możliwość parametryzacji falownika bez konieczności podłączania głównego zasilania. SJ-P1 można parametryzować, zasilając tylko obwody cyfrowe falownika z zewnętrznego zasilacza 24 V DC. Ustawianie parametrów jest możliwe, gdy główne zasilanie jest odłączone. Dzięki temu wzrasta wygoda użytkowania i ograniczony jest pobór prądu w trybie czuwania. Możliwe jest także połączenie z PLC i ustawianie parametrów z PC dzięki wykorzystaniu oprogramowania do konfiguracji.

Producent serii SJ-P1 nie pominął także zagadnienia bezpieczeństwa. Mając świadomość, iż nowoczesne systemy automatyki wymagają dostosowania do zmieniających się norm i wymagań bezpieczeństwa, Hitachi gwarantuje w falownikach SJ-P1 certyfikaty bezpieczeństwa oraz zgodność z następującymi normami:

- certyfikowane bezpieczeństwo funkcjonalne;
- zewnętrzny certyfikat bezpieczeństwa elektrycznego;
- zgodność z EN61508, IEC / EN / UL61800-5-2 SIL3;
- STO jako standard bezpieczeństwa;
- IEC / EN60204-1 Stop Cat. 0;
- EN / ISO13849-1 Cat. 3, Ple;
- IEC61508, IEC / EN / UL61800-5-2, IEC / EN62061 SIL3 STO SS1, SLS i inne są dostępne jako karty opcyjne.

Nowy model cechuje się również wszechstronnością zastosowań. SJ-P1 oprócz zwykłych silników indukcyjnych

może napędzać silniki PM. Silniki z magnesami trwałymi posiadają znacznie większą sprawność od tradycyjnych silników asynchronicznych, ponadto silnik PM jest mniejszy niż tej samej mocy silnik asynchroniczny, co pozwala zaoszczędzić miejsce. Falownik chroni silniki PM przed rozmagnesowaniem przez odpowiednie nastawy zabezpieczeń.

Innowacją dla nowej serii przetwornic częstotliwości jest możliwość wyboru za pomocą jednego parametru trzech trybów pracy falownika w zależności od rodzaju obciążenia:

- tryb pracy VLD (*very light duty* – bardzo niskie obciążenie) – ma zastosowanie do aplikacji takich, jak wentylatory, pompy itp.;
- tryb LD (*light duty* – niskie obciążenie) ma zastosowanie do aplikacji takich, jak pompy, mieszadła podajniki itp.;
- tryb ND (*normal duty* – normalne obciążenie) ma zastosowanie do aplikacji takich, jak podajniki, windy, dźwigi, transportery, suwnice itp.

Wybór niższego trybu pracy wiąże się oczywiście z mniejszą przeciążalnością chwilową, jednak charakter obciążenia dla niższego trybu pracy przeważnie nie wymaga wyższych chwilowych przeciążeń. Warto wspomnieć, że oprócz 3 trybów pracy dla silników indukcyjnych nowy falownik posiada dwa tryby pracy dla silników PM z magnesami trwałymi (LD i ND). Funkcja ta ma istotne znaczenie przy doborze falownika do konkretnej aplikacji. Znając rodzaj obciążenia i posługując się trzema wartościami prądów znamionowych, odpowiadającymi trzem trybom pracy przetwornicy (wszystkie 3 prądy znamionowe podawane są zarówno w specyfikacji, jak i na tabliczce znamionowej urządzenia), użytkownik sam może dobrać falownik do swojej aplikacji, często unikając konieczności zakupu większej jednostki i w ten sposób redukując koszty.

Falownik SJ-P1 spełnia normy EU RoHS, przez co jest przyjazny dla środowiska. Producent zadbał także o wydłużenie żywotności falownika poprzez lakierowanie wewnętrznych płytek elektroniki, co poprawia ich trwałość w trudnych warunkach (płytki logiki i interfejsów nie są pokryte). Wentylatory chłodzące i kondensatory zaprojektowano na 10-letnią żywotność. ■

ZELTECH MECHATRONIKA Sp. z o.o.
94-103 Łódź
ul. Elektronowa 6
e-mail: mechatronika@zeltech.pl
www.zeltech.pl

ODDZIAŁ POŁUDNIE
Bielsko-Biała
e-mail: mechatronika@zeltech.pl

reklama

HITACHI

Falowniki
Serii SJ typ P1 -
segment premium

Hitachi rozwiązania dla automatyki

Zeltech Mechatronika Sp. z o.o.
ul. Elektronowa 6, 94-103 Łódź
tel: 42 254 09 25
mechatronika@zeltech.pl

ODDZIAŁ POŁUDNIE
Bielsko-Biała
tel: 42 254 09 25,
mechatronika@zeltech.pl

www.zeltech.pl

Hitachi Industrial Equipment Systems Co., Ltd

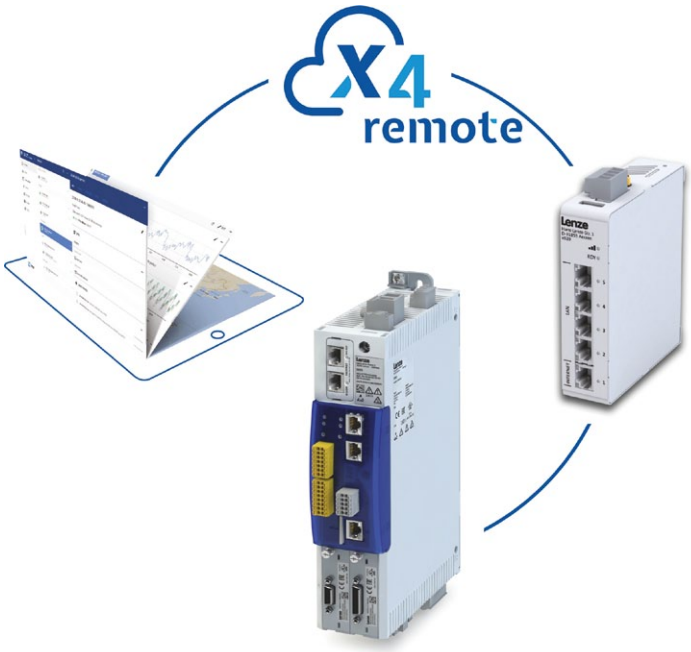
Inteligentny serwonapęd do dynamicznych aplikacji

Innowacyjna koncepcja sterowania ruchem, która zmniejsza złożoność i wykorzystuje nowoczesne, inteligentne możliwości IIoT, a tym samym stwarza wiele korzyści dla producentów maszyn i ich operatorów. Inteligentny i950 serwonapęd, który osiąga do 20 procent szybsze czasy cyklu, co oznacza znaczny wzrost wydajności i efektywności dla użytkownika.

Użytkownicy wymagają coraz bardziej inteligentnych i elastycznych maszyn. Oczekuje się, że wydajność powinna rosnąć z jednoczesną stałą aktualizacją – więcej czujników, więcej interfejsów, więcej mocy obliczeniowej – co jednak nie prowadzi do celu. Odpowiedź Lenze brzmi: większa wydajność pomimo mniejszej złożoności, więcej danych pomimo mniejszej ilości sprzętu, lepsze usługi dzięki większej inteligencji i konsekwentnemu ukierunkowaniu na przyszłościowe technologie, takie jak IIoT. Inteligentna oś serwo, jako silny element sterowania ruchem w systemie automatyki firmy Lenze, łączy w sobie kilka podejść, które przynoszą producentom maszyn korzyści pod względem czasu i kosztów, a jednocześnie wspierają cele w zakresie produktywności użytkownika. Mechanika, elektronika i digitalizacja łączą się w ten sposób, tworząc inteligentne rozwiązanie.

Mocny, kompaktowy, bezpieczny

Inteligentny i950 stanowi siłę napędową o szerokim zastosowaniu. Połączenie serwonapędu i950, przekładni planetarnej g700 i silnika synchronicznego m850 pozwala realizować bardzo precyzyjne zadania związane z pozycjonowaniem, jak również dynamiczną obsługą i montażem, robotyką oraz rozwiązaniami przenośnikowymi. Jednocześnie i950 prezentuje się jako kompleksowe źródło danych dla Przemysłowego Internetu Rzeczy (IIoT) i opartych na nim modeli serwisowych – inteligentny serwonapęd eliminuje konieczność stosowania dodatkowych czujników.



Wydajność dynamicznego sterowania

Usterki i odchylenia są korygowane znacznie szybciej niż w przypadku standardowych przemienników dostępnych na rynku. Dzięki temu wartość zadana jest przywracana w krótszym czasie, a odchylenie od normalnej pracy serwonapędu jest minimalne. Dzieje się tak, ponieważ zoptymalizowana kinematyka przemiennika uwzględnia zarówno samą oś napędową, jak i znajdującą się za nią ścieżkę sterowania.

Podczas pracy zwraca się to dwukrotnie. Po raz pierwszy, gdy otrzymujemy wysoką precyzję pozycjonowania, i po raz drugi, gdy osiągamy wyższą prędkość pracy. Ta zaleta daje w sumie o 20% wyższy wskaźnik cyklu w całej maszynie. Dla użytkownika oznacza to znaczny wzrost wydajności i efektywności!

Centrum informacyjne dla IIoT

Obecna automatyzacja fabryk musi uwzględniać rozwój w kierunku Przemysłowego Internetu Rzeczy (IIoT). Ale skąd biorą się wymagane dane? Pozornie najprostszą odpowiedzią są dodatkowe czujniki. Wymagają one jednak dużego wysiłku: okablowanie i systemy sterowania stają się coraz bardziej złożone, koszty planowania i instalacji rosną, podobnie jak koszty materiałów i konserwacji.

Pokazujemy, że jest inna droga. Inteligentne wykorzystanie danych już dostępnych z serwonapędu sprawia, że dodatkowe elementy stają się zbędne. Zamiast tego sam napęd staje się czujnikiem, który stanowi podstawę dla takich usług, jak monitorowanie stanu.

Gromadzenie i interpretacja dostępnych danych

Przetwarzanie brzegowe danych do monitorowania stanu technicznego może być obsługiwane przez wydajny i950. Jednak IIoT oznacza również łączenie się w sieć poza pojedynczą maszyną, na przykład w celu wspólnego monitorowania różnych systemów, utrzymania różnych lokalizacji centralnie lub do celów porównawczych. Takie bardziej złożone zadania są zazwyczaj obsługiwane za pomocą usług w chmurze, które umożliwiają wykorzystanie uczenia się maszynowego (ML) i sztucznej inteligencji (AI). Prosty sposób przekazywania danych z układu napędowego do IIoT jest zatem niezbędny.

Dzięki bramce x500, w połączeniu z platformą X4 Remote, konstruktorzy maszyn otrzymują od firmy Lenze gotowe do użycia rozwiązanie chmurowe, które obejmuje ciągłe monitorowanie stanu, zdalną konserwację maszyn i przyjazne dla użytkownika zarządzanie zasobami. Producenci OEM i użytkownicy mogą swobodnie wybrać dostawcę chmury do budowy swojej platformy IIoT.

Technologia One Cable

Znormalizowana technologia jednego kabla (OCT) dodatkowo upraszcza konstrukcję maszyny. Zamiast oddzielnych przewodów zasilających i przewodów danych wymagane jest tylko jedno połączenie. Otwarty protokół sprzężenia zwrotnego silnika transmituje dane silnika w sposób cyfrowy. W przypadku napędów serii MCS i m850 firmy Lenze transmituje on również sygnał enkodera i temperaturę silnika.

Jest to również część koncepcji „napęd jako czujnik", ponieważ sprzężenie zwrotne enkodera jest zintegrowane w OCT i można tutaj pominąć czujniki temperatury silnika. Mniejsza ilość okablowania zmniejsza koszty materiałowe i oszczędza miejsce w szafie sterowniczej. Ponadto zmniejszają się potencjalne źródła błędów: rzadziej zdarzają się awarie związane z podłączeniem i okablowaniem, a znalezienie przyczyny jest łatwiejsze, ponieważ trzeba przetestować mniej opcji. ■

reklama

Lenze

Lenze Polska Sp. z o.o.
e-mail: biuro.pl@lenze.com
www.lenze.com

i550 Protec

Pierwszy
zdecentralizowany
przemiennik częstotliwości
z ochroną **IP66**
oraz komunikacją **IO-Link.**

www.Lenze.com

Biegaj z Lenze

ZDOBĄDŹ
KORONĘ AUTOMATYKA

1 Bieg STEROWNIKA 10-18 kwietnia
2 Bieg SILNIKA 19-27 czerwca
3 Bieg FALOWNIKA 18-26 września

BIEG
AUTOMATYKA

Zapisy i regulamin:
https://elektronicznezapisy.pl

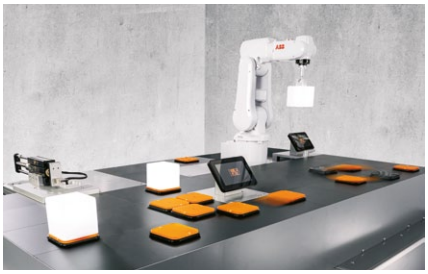
Lenze

Machine-Centric Robotics

Szybsze wdrożenie aplikacji *pick-and-place*? To możliwe

Stefan Hensel

Niezwykle precyzyjne aplikacje typu *pick-and-place* mogą zwiększyć wydajność i niezawodność linii produkcyjnych. Do tej pory jednak funkcjonowały one jako urządzenia odrębne od samej maszyny, co zdecydowanie ograniczało ich wydajność. Firmie B&R udaje się obecnie zmienić tę sytuację dzięki pełnej integracji sterowania robotami z systemem automatyki i wprowadzeniu nowego rozwiązania programowego.



Aplikacje *pick-and-place* mają jedną ogromną zaletę: roboty wykonują dokładnie ten sam ruch przez 24 godziny na dobę, z niezmienną precyzją. Co to oznacza dla właściciela maszyny?

- Większą sprawność użytkową.
- Mniejszą ilość odpadów.
- Mniejsze zmęczenie operatora.

Mniejsza liczba błędów

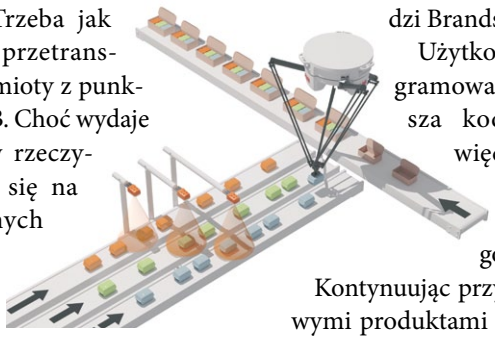
Wiele klasycznych czynności typu podnieść i przenieść zostało już zautomatyzowanych. Wciąż jednak istnieje mnóstwo stanowisk pracy ręcznej, na których pracownicy wykonują monotonne zadania, takie jak wkładanie produktów do pudełek lub sortowanie wadliwych przedmiotów. Prace takie mają dwie główne wady: po pierwsze, coraz trudniej jest znaleźć ludzi chętnych do ich wykonywania, po drugie, monotonny charakter pracy oznacza, że popełnienie błędu jest tylko kwestią czasu. Dlatego właśnie rozwiązania typu *pick-and-place* tak znakomicie sprawdzają się w tego typu sytuacjach.

Wdrożenie operacji *pick-and-place* jest jednak bardziej skomplikowane, niż mogłoby się wydawać. Nie wystarczy tylko zaprogramować kinematykę robota. Jest wiele innych ważnych czynników, które należy wziąć pod uwagę, wdrażając dane zastosowanie:

- ruchy poszczególnych robotów;
- koordynację pomiędzy robotami i przenośnikami taśmowymi;
- koordynację z systemem wizyjnym maszyny;
- sam proces realizowany przez maszynę.

Wyzwanie logistyczne

Jeśli się głębiej zastanowić, operacja *pick-and-place* jest w zasadzie kwestią logistyki. Trzeba jak najefektywniej przetransportować przedmioty z punktu A do punktu B. Choć wydaje się to proste, w rzeczywistości opiera się na bardzo złożonych obliczeniach i odpowiednim programowaniu. Może się to okazać poważną przeszkodą, zwłaszcza w przypadku małych i średnich producentów maszyn, którzy nie dysponują własnym działem oprogramowania.



Właśnie dlatego firma B&R dodała specjalny nowy komponent do swojego rozwiązania wyposażonego w bloki funkcyjne – **mapp Technology**. Aby skonfigurować aplikację, wystarczy opisać pożądany proces. Taki opis może sprowadzać się do prostego polecenia, na przykład: „Zbierz wszystkie pomarańczowe produkty i umieść je w pierwszym pudełku". Inteligentny komponent mapp zajmie się resztą.

Inteligentne moduły oprogramowania

– Jest to możliwe dzięki licznym zaprogramowanym przez nas modułom oprogramowania, które łączą się ze sobą automatycznie w tle, w celu osiągnięcia pożądanego rezultatu. Za pomocą interfejsu, znanego jako mapp Link, łączą się także z innymi używanymi komponentami mapp, takimi jak mapp Vision, który obsługuje systemy wizyjne maszyn, mapp Robotics do sterowania robotami lub mapp Axis do sterowania ruchem jednoosiowym – wyjaśnia Sebastian Brandstetter, menedżer produktu w dziale zintegrowanej robotyki w B&R.

– Ogromną zaletą mapp Technology jest to, że wszystkie komponenty komunikują się ze sobą automatycznie – twierdzi Brandstetter.

Użytkownik nie musi programować ani jednego wiersza kodu, dlatego może więcej czasu poświęcić głównemu zadaniu: optymalizacji samego procesu maszyny.

Kontynuując przykład z pomarańczowymi produktami – komponent mapp Pick&Place będzie działać w następujący sposób:

- kamera systemu wizyjnego maszyny rozpoznaje pomarańczowy produkt;
- współrzędne jego położenia są przesyłane do robota w czasie rzeczywistym za pośrednictwem mapp Link;
- mapp Robotics wyznacza optymalną ścieżkę;
- robot podnosi produkt i umieszcza go w pudełku.

Konfiguracja zamiast programowania

Tę podstawową koncepcję można również przenieść na znacznie bardziej złożone zastosowania. Na przykład pudełko może poruszać się wzdłuż taśmy przenośnika albo produkty mogą być umieszczane w nim w określonym układzie. Również do bardziej skomplikowanych przypadków stosuje się tę samą zasadę: twórca aplikacji konfiguruje tylko te funkcje, które są mu potrzebne – bez konieczności programowania.

Komponent mapp Pick&Place jest na tyle elastyczny, że działa również w połączeniu z inteligentnym systemem trackowym, takim jak ACOPOStrak. Co więcej, nie ma ograniczeń co do liczby robotów, których można użyć w aplikacji. Zwłaszcza w przypadku aplikacji służących do szybkiego sortowania warto dysponować szeregiem robotów w celu maksymalizacji wydajności. Oprócz robotów typu delta można również stosować roboty z ramieniem przegubowym lub roboty typu SCARA.

Wybór należy do użytkownika

– Istnieje wiele możliwych strategii logistycznych służących do rozwiązywania zadań typu *pick-and-place* – wyjaśnia Brandstetter. – To również uwzględniliśmy, konstruując mapp Pick&Place.

Użytkownik ma do wyboru wiele różnych strategii, na przykład:

- pierwszy na wejściu – pierwszy na wyjściu (FIFO);
- nadawanie priorytetów określonym zadaniom lub produktom;
- możliwie najkrótszy czas pobierania;
- energooszczędne profile ruchów;
- profile ruchów minimalizujące zużycie mechaniczne.

Te opcje pozwalają zoptymalizować proces pod kątem każdej możliwej sytuacji. Dzięki uproszczeniu wdrażania robotyki i operacji manipulatora komponent mapp Pick&Place radykalnie zmniejsza ryzyko inwestycyjne związane z włączeniem robotów do procesów maszynowych. Precyzyjna synchronizacja między robotami a resztą maszyny zapewnia ponadto znaczny wzrost wydajności.

– Komponent mapp Pick & Place idealnie komponuje się z inteligentnymi systemami trackowymi B&R – Sebastian Brandstetter, menedżer produktu – robotyka zintegrowana, B&R

Robot i maszyna stają się jednością

B&R to jedyny na świecie dostawca systemów sterowania i robotyki pochodzących z jednego źródła. Roboty z firmy macierzystej ABB są w pełni zintegrowane z systemem automatyki B&R. Niespotykana dotąd precyzja synchronizacji pomiędzy robotyką i sterowaniem maszynami jest źródłem zysków dla klientów firmy. Do celów projektowania, diagnostyki i konserwacji wystarcza im tylko jeden sterownik i jedno narzędzie inżynierskie.

Stefan Hensel – redaktor działu komunikacji korporacyjnej B&R

www.br-automation.com

reklama

Przekładnie przemysłowe NORD do mieszalników bulionu

Do realizacji dużego zamówienia z branży spożywczej firma Lödige zastosowała wyjątkowo niezawodne przekładnie przemysłowe firmy NORD DRIVESYSTEMS. Firma zbudowała 8 dużych i 10 mniejszych mieszalników do użytku w nowo wybudowanym zakładzie produkującym zupy błyskawiczne i mieszanki bulionowe na rynek Afryki Zachodniej.

Firma Paderborn Gebrüder Lödige Maschinenbau GmbH specjalizuje się w produkcji i rozwoju technologii procesowej dostosowanej do konkretnego zastosowania i jest uznanym ekspertem w zakresie podstawowych operacji inżynierii procesowej, takich jak mieszanie, suszenie i granulowanie materiałów sypkich.

Mieszalniki lemieszowe serii FKM współpracują z partiami produkcyjnymi i są używane do różnych zadań mieszania prawie we wszystkich gałęziach przemysłu. Składają się z poziomego cylindrycznego bębna, w którym centralny wał wyposażony w ostrza lemiesza tworzy mechanicznie generowane złoże fluidalne w produkcie. Ze względu na intensywne mieszanie i częsty kontakt cząstek z opcjonalnie ogrzewaną ścianą aparatu można osiągnąć wysoki poziom wymiany ciepła bez miejscowego przegrzania. Podczas suszenia intensywność ruchu cząstek wzrasta, gdy zmniejsza się wilgotność i lepkość materiału mieszającego.

Fakt, że najbardziej wszechstronna maszyna firmy Lödige może przetwarzać produkty od bardzo suchych proszków do lepkich i częściowo płynnych substancji o prawie dowolnej konsystencji, jest szczególnie ważny w produkcji bulionu. W przypadku różnych receptur proszki o wysokiej zawartości soli i cukru, barwniki, olejki aromatyczne, przyprawy, rozpuszczone tłuszcze, takie jak olej palmowy i tłuszcz drobiowy, a także inne płyny muszą być jak najbardziej jednorodne. Ze względu na różne rozpuszczalności składników w tłuszczu i wodzie jest to bardzo wymagające zadanie. Ponadto w fazach mokrych należy osiągnąć określony poziom pęcznienia suchych skrobi. Gotowy bulion jest następnie prasowany w kostki podstawowe, które są owijane folią i pakowane w celu dostarczenia do detalistów. Zupy błyskawiczne lub granulowany bulion są wsypywane do słoików, paczek, torebek stojących lub torebek rurowych. W tym celu ważna jest wylewność i mierzalność produktu. Mieszalniki partii lemieszowej muszą być w stanie szybko osiągnąć wymagane właściwości dla każdej receptury i partii w sposób precyzyjny i powtarzalny.

Sercem mieszalnika jest wał napędowy, na którym montowane są dokładnie wyliczone i ustawione w linii łopatki mieszalnika, które delikatnie przenoszą niezbędną energię mechaniczną na materiał, który ma być mieszany z odpowiednią prędkością. Przekładnie przemysłowe NORD DRIVESYSTEMS przenoszą moc silnika do 110 kW na wały napędowe mieszaczy. Christian Schilken pracuje w Gebrüder Lödige od trzech i pół roku i jest odpowiedzialny za sprzedaż maszyn dla przemysłu spożywczego, a także dla przemysłu kosmetycznego i farmaceutycznego.

– Nie zajmujemy się tak dużym międzynarodowym zamówieniem każdego dnia. Dlatego ważne jest, aby wszystko szło gładko z naszymi dostawcami i abyśmy mogli liczyć na bezkompromisową jakość i globalną obsługę. Dzięki NORD DRIVESYSTEMS cały pakiet był

odpowiedni i jesteśmy bardzo zadowoleni z realizacji projektu – mówi Schilken o współpracy w ramach projektu.

Od końca 2015 r. Eksperci ds. Przekładni z NORD DRIVESYSTEMS utrzymywali kontakt z kierownikami projektu w Lödige w celu precyzyjnego zaprojektowania wszystkich przekładni i motoreduktorów, aby spełnić wymagania użytkownika. Właściwe składowe do produkcji seryjnej i niezbędne cechy wyposażenia musiały zostać szczegółowo określone, aby zapewnić precyzyjny projekt. Dzięki możliwości szybkiej dostawy odbiór przez Lödige został przeprowadzony w kwietniu 2016 roku w siedzibie głównej NORD w Bargteheide, a następnie dostarczony do Paderborn. Christian Schilken wspomina:

– Współpraca przebiegała sprawnie i skutecznie. Musieliśmy tylko zamontować komponenty na 18 mieszalnikach, a po krótkich testach mogliśmy wysłać maszyny do Afryki Zachodniej w celu uruchomienia.

Osiem dużych mieszalników ma olbrzymią pojemność 3000 litrów każdy i może wyprodukować jednorazowo tonę produktu. W tym celu firma NORD DRIVESYSTEMS dostarczyła osiem przekładni walcowych i sprzęgieł SK 7207V z pełnymi wałami 140 × 250 mm, które przy przełożeniu prędkości 14,20 : 1 i prędkości obrotowej do 1480 obr./min

zapewniają wyjściowy moment obrotowy o wartości 10,078 Nm. Dwustopniowe przekładnie o masie 486 kg mieszczą się w środkowym zakresie jedenastu rozmiarów przekładni przemysłowych NORD. NORD produkuje ten typ przekładni w korpusie jednoczęściowym UNICASE dla momentów obrotowych do 250 000 Nm. Obróbka wszystkich punktów łożyskowych i powierzchni uszczelniających w jednym kroku zapewnia nie tylko wysoką precyzję osi i cichą pracę przy niskim poziomie wibracji, ale także dłuższą żywotność i mniej konserwacji. Na przykład w przypadku jednoczęściowej przekładni przemysłowej w obudowie nie ma złącza oddzielającego, a zatem nie ma powierzchni uszczelniających poddawanych momentom obrotowym. Wreszcie, w odniesieniu do planowanej ciągłej produkcji nowego zakładu, niezbędna jest niezawodna operacja o niskim poziomie konserwacji.

NORD wyposażył cztery inne mieszalniki okresowe, każdy o pojemności produkcyjnej 1200 litrów, w kompletne dwustopniowe motoreduktory walcowe o mocy silnika 30 kW i przełożeniu 12,51 : 1, które zapewniają moment obrotowy do 2,415 Nm na wale. Pięć mniejszych mieszalników okresowych z reduktorami w korpusie płaskim o mocy 15 kW z drążonymi wałami i momentami napędowymi wynoszącymi 1061 Nm wytwarza suche mieszanki wstępne w całym łańcuchu technologicznym, które są następnie przetwarzane w dużych mieszarkach okresowych. W celu opracowania produktów klient zamówił kolejny 130-litrowy mieszalnik laboratoryjny z motoreduktorem walcowym 7,5 kW. NORD dostarczył motoreduktory gotowe do montażu i wyposażone w olej klasy spożywczej CLP PG H1 220.

Zgodnie z wymaganiami klienta Lödige zintegrował połączenia i elementy mocujące dla wszystkich mieszalników produkcyjnych o jednolitych wymiarach, aby zapewnić zamienność. Eksperci Lödige wykazali się wiedzą specjalistyczną wysokiej klasy przy budowie mieszalników o pojemności 3000 litrów, które musiały być produkowane w dwóch różnych geometriach ze względu na różne wysokości pomieszczeń u użytkownika. Zbudowano dwie wersje tego samego mieszalnika: krótką i przysadzistą, a także długą i wąską. Mimo to obie wersje mają dokładnie taką samą charakterystykę mieszania i te same przemysłowe przekładnie NORD na wale napędowym. Christian Schilken podsumowuje:

– Osiemdziesiąt lat *know-how* w zakresie konstrukcji mikserów umożliwia wiele rzeczy. Nasza technologia procesowa nie działałaby jednak bez niezawodnych komponentów napędowych, takich jak przekładnie przemysłowe NORD. Z tego powodu niezawodni i profesjonalni partnerzy są niezbędni w inżynierii mechanicznej. ■

NORD Napędy Sp. z o.o.

reklama

Model PH Platen Style Multi-Tip Heat

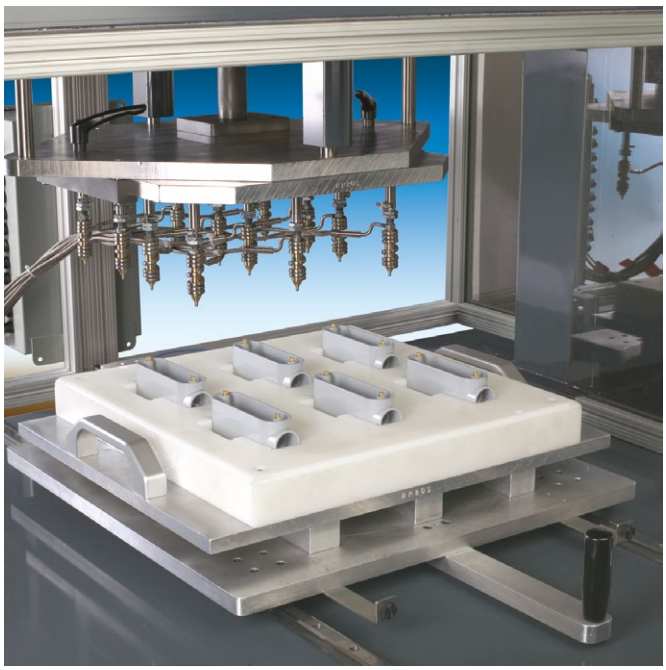
Zastosowanie maszyny osadzającej: montaż przewodów elektrycznych

Poprzednie rozwiązanie

Producent OEM formowanych elementów przewodów elektrycznych z tworzyw sztucznych wcześniej instalował mosiężne wkładki własnej konstrukcji w kilku różnych produktach. Używany sprzęt: jednorogowa zgrzewarka ultradźwiękowa. Operator ładował część do gniazda, umieszczał wkładkę w otworze i aktywował urządzenie. Montaż wkładki był bardzo trudny ze względu na zbyt małe otwory i niekonwencjonalny kształt wkładki. Wyniki były niezadowalające, a nadmiar stopionego materiału tworzył nieestetyczny wygląd i często wkładka była na niewłaściwym miejscu. Aby usunąć nadmiar, konieczne były dodatkowe operacje, a wysoki procent części był odrzucany. Produkcja odbywała się w tempie 1 gotowej części (2 wkładki na część) na minutę, czasami dłużej, w zależności od złożoności części.

Stacja robocza Model PH

Jeden z dziesięciu zestawów narzędzi szybkowymiennych dostarczonych przez SPIROL w celu dostosowania do różnych rodzajów części producenta



Powyżej znajduje się zbliżenie zestawu narzędzi do montażu końcówek i gniazd, zaprojektowanego specjalnie do montażu przewodów elektrycznych pokazanych po lewej stronie

Obecne rozwiązanie

Po zapoznaniu się z całym procesem zaleciliśmy kompleksowe rozwiązanie montażowe, użycie wszechstronnego Systemu Wkładek Cieplnych SPIROL Model PH Platen style, w połączeniu z mosiężną wkładką SPIROL INS 29, wraz z odpowiednim rozmiarem otworu. Maszyna została wyposażona w zestawy narzędzi szybkowymiennych, umożliwiających montaż dziesięciu elementów różnego rodzaju. Każdy zestaw narzędzi został zaprojektowany tak, aby pomieścić od trzech do sześciu części w zależności od rozmiaru. Operator może teraz załadować sześć części, po 2 wkładki na część, i uruchomić maszynę. Wszystkie dwanaście wkładek jest instalowanych jednocześnie. Metoda ciepła przewodzonego, przy stałym ciśnieniu instalacji pneumatycznej, zaowocowała najwyższą jakością wstawek, doskonałym wyglądem i wydajnością, bez żadnych odrzutów. W tym procesie uzyskano sześć ukończonych zespołów w tym samym czasie, który poprzednio potrzebny był na jeden.

Już samo to usprawnienie produkcji sprawiło, że koszt zakupu maszyny zwrócił się w czasie krótszym niż rok. Dodatkowe zestawy narzędzi mogą być łatwo dodane, aby pomieścić nowe części, gdy są one projektowane i wprowadzane na rynek. ■

SPIROL Seria 29 – symetryczne dla łatwej orientacji i zwiększonej wydajności, zaprojektowane tak, aby zmaksymalizować moment obrotowy i wartości wyciągania

Zespół przewodu elektrycznego z dwiema wkładkami SPIROL INS 29 zainstalowanymi przez Model PH

e-mail: info-pl@spirol.com
SPIROL.com

reklama

SPIROL®

Od 1948!

INSERTY GWINTOWANE
DLA ZESPOŁÓW Z TWORZYW SZTUCZNYCH

Stwórz mocne połączenie, któremu nie zaszkodzi upływ czasu!

- *Wysoka odporność na moment obrotowy*
- *Wysoka odporność na wyrywanie*
- *Wysoka odporność na pełzanie tworzywa sztucznego*
- *Gwint wielokrotnego użytku*

Termiczne / Ultradźwiękowe
Wciskane
Samogwintujące
Formowane

Dostępne maszyny do montażu ręcznego i automatycznego.

Zgodne z:
IATF 16949
ISO 9001

Inżynierowie Aplokacji firmy SPIROL służą pomocą w opracowaniu zamocowań i rozwiązań montażowych wysokiej jakości.

SPIROL.com
info-pl@spirol.com
+48 510 039 345

Zawory ASCO™ serii 256/356 oferują mniejsze gabaryty, do 40% mniejsze zużycie energii i do 30% wyższe ciśnienia pracy

Zawory elektromagnetyczne Emerson pozwalają na tworzenie jeszcze bardziej kompaktowych konstrukcji maszyn

Firma Emerson wprowadziła na rynek serię dwudrożnych i trójdrożnych zaworów elektromagnetycznych, które spełniają potrzeby producentów maszyn (OEM) w zakresie konstruowania bardziej kompaktowych urządzeń bez uszczerbku na wydajności sterowania przepływem mediów. Zoptymalizowana konstrukcja korpusu zaworu oraz wewnętrzna ścieżka przepływu w nowych zaworach elektromagnetycznych marki ASCO™ serii 256/356 zapewnia nie tylko mniejszą powierzchnię zaworu, ale również mniejsze zużycie energii oraz wyższą wartość dopuszczalnego ciśnienia, co odgrywa kluczowe znaczenie w zastosowaniach na rynkach przemysłowym oraz komercyjnym.

Zawory elektromagnetyczne ASCO™ serii 256/356 wyznaczają nowe standardy w technologii sterowania przepływem mediów poprzez zmniejszenie ogólnej powierzchni zaworu i zużycia energii przy jednoczesnym zwiększeniu wartości znamionowych ciśnienia

Mniejsze gabaryty zaworów serii 256/356 pomagają producentom OEM w optymalizacji wewnętrznego układu urządzeń, umożliwiając zintegrowanie większej liczby wysoko wydajnych opcji sterowania przepływem w jeszcze mniejszym i bardziej eleganckim produkcie końcowym. Jest to szczególnie ważne dla producentów ekspresów do kawy, dystrybutorów napojów, urządzeń grzewczych, wentylacyjnych i klimatyzacyjnych, pomp i sprężarek, sprzętu spawalniczego oraz urządzeń analitycznych i medycznych.

Osiągnięcie porównywalnych wartości znamionowych ciśnienia w mniejszym zaworze skutkuje zazwyczaj zwiększonym zużyciem energii, ale seria 256/356 zmniejsza zużycie energii nawet o 40%. Umożliwia to producentom OEM zastosowanie mniejszego zaworu przy zachowaniu lub nawet poprawieniu parametrów sterowania przepływem w stosunku do poprzedniej wersji i uzyskanie znacznych oszczędności energii.

Ciśnienie znamionowe niektórych wersji przeprojektowanych zaworów elektromagnetycznych serii 256/356 wzrosło nawet o 30% w porównaniu z poprzednimi wersjami, co umożliwia ich stosowanie w jeszcze bardziej wymagających aplikacjach, takich jak myjki wysokociśnieniowe lub dystrybutory paliwa wodorowego. Wydajność wersji zasilanej napięciem stałym jest obecnie podobna do wydajności wersji zasilanej napięciem zmiennym, co umożliwia obniżenie ogólnych kosztów systemu poprzez wyeliminowanie konieczności konwersji na zasilanie zmienne w celu maksymalizacji wydajności zaworu elektromagnetycznego.

– Firma Emerson zaprojektowała zawory elektromagnetyczne serii 256/356 od podstaw, tworząc gamę zaworów elektromagnetycznych, które wyznaczają nowe standardy w technologii sterowania przepływem mediów poprzez zmniejszenie ogólnej powierzchni zaworu i zużycia energii przy jednoczesnym zwiększeniu wartości znamionowych ciśnienia – powiedział Erik VanLaningham, Vice President of Global Marketing w dziale automatyki przemysłowej firmy Emerson. – Poprawa wydajności została uzupełniona o szerszy wybór materiałów korpusu oraz opcji połączeń.

Zapewnia to producentom OEM najszerszy zakres dostępnych opcji z jednego źródła od zaufanego dostawcy, aby spełniać ich różnorodne wymagania dotyczące konkretnych aplikacji.

Seria 256/356 oferuje rozszerzony wybór materiałów korpusu, w tym mosiądz bezołowiowy, stal nierdzewną i specjalnie opracowany materiał kompozytowy, który jest o 20% lżejszy od mosiądzu i spełnia wszelkie światowe standardy bezpieczeństwa i higieny w zastosowaniach związanych z żywnością i napojami. Zawory są również pyłoszczelne. Posiadają stopień ochrony IP67 i są zanurzalne w wodzie do jednego metra, dzięki czemu nadają się do pracy w trudnych warunkach, zwiększając niezawodność i wydłużając żywotność maszyn. Certyfikaty z zewnętrznych jednostek dla szerokiej gamy norm branżowych, takich jak NSF 169 i EC 1934 dla zastosowań w branży spożywczej, pomagają natomiast producentom OEM skrócić czas wprowadzania nowych produktów na rynek.

Zawory ASCO™ serii 256/356 posiadają wiele opcji przyłączy procesowych i elektrycznych, co pozwala skrócić czas instalacji nawet o 40% i znacznie ułatwia prace serwisowe oraz konserwacyjne.

Aby uzyskać dodatkowe informacje na temat zaworów ASCO™ serii 256/356 odwiedź nasz katalog On-Line:
ASCO™ seria 256 – **www.Emerson.com/pl-pl/catalog/asco-256,**
ASCO™ seria 356 – **www.Emerson.com/pl-pl/catalog/asco-356**.

O firmie Emerson

Firma Emerson (NYSE: EMR) z siedzibą w St. Louis, w Missouri (USA) to globalny lider dostarczający technologię i inżynierię zapewniające innowacyjne rozwiązania dla Klientów z rynku przemysłowego, komercyjnego i konsumenckiego na całym świecie. Dywizja Emerson Automation Solutions wspiera Klientów w maksymalizowaniu produkcji procesowej, jednostkowej, w ochronie środowiska oraz personelu przy jednoczesnej optymalizacji zużycia energii i ograniczaniu kosztów operacyjnych. Dywizja Emerson Commercial and Residential Solutions zajmuje się opracowywaniem rozwiązań w zakresie poprawy komfortu życia i zdrowia, ochronie jakości produktów spożywczych oraz tworzenia zrównoważonej infrastruktury. Więcej informacji na stronie **www.Emerson.com**. ■

EMERSON

Emerson Automation Solutions
Fluid Control & Pneumatics
ul. Szturmowa 2 A
02-678 Warszawa
tel.: 22 458 92 88
e-mail: Biuro@Emerson.com
www.Emerson.com

reklama

Zwiększ wydajność i efektywność dzięki technologii zaworów o niskim poborze mocy

Firma Emerson oferuje zawory elektromagnetyczne ASCO™ o niskim poborze mocy, które umożliwiają obniżenie kosztów operacyjnych, wspierają zdalne operacje oraz minimalizują zużycie energii. Dzięki mocy sięgającej już od 0,48 W zawory te zapewniają precyzyjne uruchamianie, niezawodność i energooszczędność w wielu zastosowaniach w przemyśle przetwórczym, przemysłowym oraz komercyjnym.

Dowiedz się więcej na stronie: **Emerson.com/ASCO**

Asco™

EMERSON

Logo Emerson jest znakiem towarowym i usługowym Emerson Electric Co. © 2021 Emerson Electric Co.

CONSIDER IT SOLVED™

Pomiar tlenu i wilgotności w procesach drukowania 3D

Wytwarzanie przyrostowe (ang. *Additive Manufacturing*) to nazwa opisująca technologię budowania obiektów 3D poprzez dodawanie kolejnych warstw materiału, np. tworzywa sztucznego, metalu czy materiałów ceramicznych. Proces ten jest szerszej publiczności bardziej znany pod nazwą drukowania 3D. Polega on na tworzeniu obiektu 3D z modelu CAD poprzez nakładanie na siebie kolejnych warstw materiału. Dzięki tej technologii można uzyskać skomplikowane kształty, które są trudne do osiągnięcia tradycyjnymi metodami produkcji.

Początkowo proces drukowania 3D wykorzystywany był głównie do produkcji form czy modeli, które następnie były produkowane seryjnie innymi metodami produkcyjnymi. Aktualnie drukowanie 3D jest bardzo często wykorzystywane do budowy produktów finalnych. Metoda ta jest często stosowana do produkcji komponentów dla przemysłu lotniczego, obronnego, motoryzacyjnego czy medycznego.

Niezawodny monitoring tlenu i wilgoci ma kluczowe znaczenie dla wydajnej produkcji i jakości części drukowanych w 3D. Szczególnie istotne jest to w przypadku produkcji części metalowych produkowanych z proszków metali. Komory drukowania wypełniane są gazem obojętnym (np. argon 99,9%), którego jakość powinna być kontrolowana. **Obecność tlenu może doprowadzić do utlenienia metalu,** co skutkuje pogorszeniem się jego właściwości i zwiększeniem ryzyka uszkodzenia. Pomiar wilgotności również jest bardzo ważny, ponieważ w zależności od użytego materiału proszkowego wilgoć będzie miała negatywny wpływ na właściwości i jakość drukowanych części. Wpływ tlenu i wilgoci będzie różny dla różnych materiałów, ale generalnie dla uzyskania najlepszych właściwości produktów końcowych **proces drukowania 3D powinien być przeprowadzony w suchej i beztlenowej atmosferze**.

Zastosowanie analizatorów tlenu i wilgoci pozwala operatorom na lepszą kontrolę atmosfery w komorze drukowania i jeśli zajdzie taka potrzeba – na jej regulację.

Firma Skamer jest liderem na polskim rynku rozwiązań do pomiaru wilgotności i tlenu. Mamy w ofercie urządzenia producentów wchodzących w skład grupy kapitałowej Process Sensing Technologies (PST). Są to znane na świecie marki, takie jak: Michell Intruments Ltd, Ntron Ltd i Advanced Instruments Incorporation.

Posiadamy w swojej ofercie urządzenia, które mogą być wykorzystywane do monitorowania tlenu i wilgotności w procesach drukowania 3D. Oferowane przez nas analizatory umożliwiają pomiar małych stężeń gazów na poziomie jednocyfrowych części na milion. Ich bardzo kompaktowy rozmiar, wyjścia 4–20 mA i niskie wymagania eksploatacyjne sprawiają, że są idealne do bezpośredniej instalacji w drukarkach 3D.

Dla drukarek 3D posiadamy urządzenia pozwalające w zależności od wersji na pomiar tlenu od 1 ppm (0,0001% O_2) do 250 000 ppm (25% O_2). Mamy w ofercie analizatory tlenu z czujnikami cyrkonowymi, elektrochemicznymi, a także optycznymi Luminox. Dostępne są analizatory tlenu z certyfikatem ATEX, jak i SIL2.

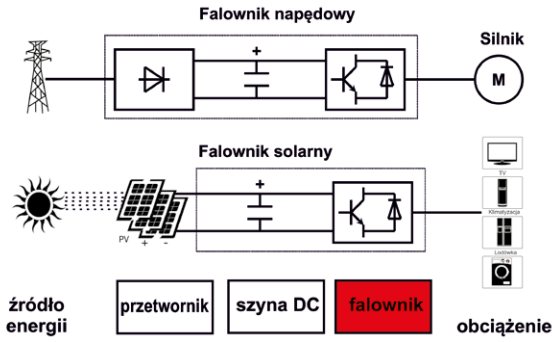
Do pomiaru wilgotności oferujemy przetworniki punktu rosy z serii Easidew – gdy wymagany jest pomiar bardzo suchych gazów (od –110 do +20°Cdp), SF82 – zapewniający szybki czas odpowiedzi w szerokim zakresie pomiarowym (od –60 do +60°Cdp) lub SF52 – idealny dla zastosowań OEM (od –40 do +60°Cdp). ■

SKAMER-ACM
Tarnów, ul. Rogoyskiego 26
Kraków, ul. Kapelanka 11
www.skamer.pl

Falowniki solarne serii SPH firmy Sanyu

Jerzy Sobczak

Jeśli poszukujesz sprawdzonego sprzętu do silnika, to zawsze możesz go u nas znaleźć. Posiadamy wieloletnie doświadczenie w sprzedaży falowników i softstartów. Na rynku działamy już od 2013 roku – przez ten czas na bieżąco śledzimy branżowe nowości i pomagamy naszym Klientom dobrać rozwiązania dopasowane do indywidualnych potrzeb. Jeśli poszukujesz sprawdzonego sprzętu do Twojego zestawu fotowoltaicznego, JUŻ od kwietnia możesz go u nas znaleźć. Firma SANYU rozszerza swoją ofertę o tak zwane falowniki solarne. Zasada działania falownika solarnego jest w zasadzie taka sama, jak falownika napędowego. Niektórzy fachowcy w dziedzinie napędowej zalecają wręcz traktowanie tego falownika napędowego jako swoistej „elektrowni". Z tą jednak różnicą, że falownik solarny zasilany jest prądem z paneli słonecznych wpiętym do układu pośredniego. W sposób schematyczny przedstawiamy na poniższym rysunku podobieństwa pomiędzy falownikiem solarnym a napędowym.



Firma SANYU od samego początku swej działalności zadawała sobie pytanie: Jak można zaoszczędzić energię, kiedy w najbliższym czasie mają drastycznie wzrosnąć ceny prądu? Takie pytanie spędza sen z powiek wielu przedsiębiorców i konsumentów. Polski rząd ogłasza regularnie wzrost cen za energię elektryczną dla firm, które mogą sięgnąć nawet 50–70% w stosunku do cen obowiązujących w roku ubiegłym.

Przedsiębiorcy doskonale zdają sobie sprawę z tego, iż zwiększone ceny energii elektrycznej to podwyżka kosztów produkcji. Nic więc dziwnego, że oszczędność energii lub jej produkcja to jedno z podstawowych założeń Konsumenta.

reklama

Troska o przedsiębiorców i konsumentów to przyczyna, dla której firma SANYU zdecydowała rozszerzyć swoją ofertę o falowniki solarne. W swojej ofercie będziemy posiadali tak zwane falowniki solarne SPH50 „on gridowe" jedno- i trójfazowe w zakresie mocy 1–7 kW oraz tzw. falowniki SPH18 „off gridowe" do mocy 5 kW. Falowniki PV serii SPH50 w pełni uwzględniają potrzeby klientów zarówno w użytku domowym, jak i komercyjnym czy przemysłowym. Dostarczają one energię pobraną z modułów fotowoltaicznych do sieci elektroenergetycznej. Są proste w obsłudze. Zapewniają doskonałą wydajność, niezawodność i wysoką jakość przy stosunkowo niskiej cenie. Wyświetlacz LED pokazuje w czytelny sposób stan falownika i korzyści z nim związane. Falownik, korzystając ze sterowania cyfrowego DSP, zezwala na podłączenie szerokiego zakresu napięcia sieciowego oraz daje pełny zakres funkcji zabezpieczających. Falownik PV serii SPH18 jest wielofunkcyjnym jednofazowym falownikiem z układem MPPT, Off-Grid o mocy od 1 kW do 5 kW, z czystą sinusoidą na wyjściu inwertera. Wejście AC jest dla sieci energetycznej albo generatora. Wejście PV dla mocy paneli 600 Wp~4000 Wp. Ładowarka sieciowa o prądach 2~60 A i solarna MPPT o prądach 10~60 A z 3-stopniowymi algorytmami ładowania. Z wyborem priorytetu: sieć, solar, bateria. Falownik SPH18 jest dobrą alternatywą dla klientów, ponieważ pozwala na wykorzystanie w 100% energii wytworzonej przez falownik dla własnych potrzeb.

W kolejnych artykułach będziemy szczegółowo opisywać korzyści i funkcje tych falowników. Więcej informacji na temat falowników serii uzyskają Państwo na naszej stronie **www.sanyu.eu**.

Jerzy Sobczak

SANYU.eu®
falowniki • softstarty

WYDARZENIA

● **Robotyzacja i automatyzacja pomogą większej liczbie osób w podjęciu pracy zdalnej.**

Według danych GUS w kwietniu 2020 roku pracę zdalną wykonywało w Polsce 16,7% osób. Odsetek ten spadł do końca września do ok. 6%. Zgodnie z tymi danymi ok. 80% Polaków, z uwagi na charakter pracy, nie ma możliwości wykonywania jej w formie zdalnej. Czy ten odsetek ulegnie zmianie dzięki wprowadzeniu przepisów dotyczących pracy zdalnej do kodeksu pracy oraz dzięki szybszej adaptacji robotyzacji i automatyzacji w przedsiębiorstwach?

Czy praca zdalna to chwilowa, wymuszona okolicznościami zewnętrznymi moda, czy też nowa normalność, która zostanie z nami na stałe? Wydarzenia ostatnich miesięcy wskazują, że możliwość pracy z własnego domu stanie się jednym ze standardowych sposobów wykonywania pracy. Pandemia koronawirusa sprawiła, że praca zdalna jest coraz częściej wykorzystywanym rozwiązaniem, które przynosi zyski zarówno pracownikom, jak i pracodawcom. Jednak aktualnie obowiązujące w Polsce przepisy nie regulują wprost zasad pracy zdalnej, dlatego też polski rząd chce wprowadzić tego typu przepisy do kodeksu pracy. Według informacji PAP odpowiednie przepisy mają wejść w życie już w ciągu najbliższych tygodni, jeszcze w pierwszym kwartale 2021 r.

– To bardzo dobry i potrzebny ruch, szczególnie w kontekście uregulowania zasad bezpieczeństwa czy kosztów wykonywania pracy zdalnej. Do tej pory możliwość świadczenia pracy na odległość wynikała z nieformalnej umowy pomiędzy pracownikiem a pracodawcą – dobrze, że zostanie to uregulowane ustawowo. Niestety ok. 80% Polaków nie ma możliwości pracy z domu, charakter wykonywanej pracy wymaga fizycznej obecności w firmie. Jednak są mocne argumenty za tym, że dzięki wdrożeniu botów automatyzujących, które przejmą niektóre nasze obowiązki, ulegnie to szybkiej zmianie – mówi Mariusz Gołębiewski, wiceprezes Abile Consulting.

W opublikowanych we wrześniu 2020 roku wynikach badania Grafton Recruitment oraz CBRE chęć wykonywania pracy zdalnej przez cały czas deklaruje 45% pracowników. Zaś 75% zatrudnionych twierdzi, że w ich firmach patrzy się teraz przychylniej na pracę zdalną. Natomiast aż 90% szukających nowego zatrudnienia sprawdza możliwość pracy zdalnej i traktuje to jako warunek przystąpienia do rekrutacji. Warto zaznaczyć, że osoby, którym odpowiada praca zdalna, są jednocześnie bardziej zaangażowane w obowiązki zawodowe. Według badań SWPS osoby takie nie mają problemów z realizacją celów wyznaczonych przez przełożonych i nie odczuły zmiany poczucia przynależności do organizacji, w której pracują.

– Dobrym przykładem na możliwość wykorzystania pracy zdalnej bez konieczności stania w korkach i fizycznej obecności w biurze jest np. wystawianie faktur z danych z kilku systemów. Często systemy te nie ze sobą zintegrowane – a operatorzy ręcznie łączą dane z systemów CRM, sprzedaży, rabatów, księgowych i wystawiają faktury w postaci pdf, a następnie rozsyłają maile do kontrahentów. Równie dobrze proces ten mógłby wykonywać robot w nocy, a pracownik kolejnego dnia rano otrzymywałby jedynie jednostkowy raport z wysyłki faktur do klienta – dodaje Mariusz Gołębiewski.

Przejście na pracę zdalną w przedsiębiorstwach nie jest prostą sprawą. Okoliczności pandemii koronawirusa wskazują jednak, że właściwą drogą jest przyspieszenie transformacji cyfrowej. Automatyzacja procesów biznesowych zapewnia możliwość przetwarzania informacji przez 24 h na dobę. Ręczne wystawianie faktur, modyfikacja zasad dotyczących płatnych urlopów, zasiłków opiekuńczych czy dni chorobowych, których zasady zmieniają się dynamicznie, jest niezwykle trudna i czasochłonna. Z drugiej strony, zaprogramowanie botów do wykonywania tych czynności jest szybkie, a po wdrożeniu pracownicy mogą poświęcić więcej czasu i energii na zajęcia przynoszące konkretny zysk przedsiębiorstwu. I to bez konieczności fizycznej obecności w biurze.

Źródło: Abile

RACK-DIN35

Najpopularniejsze modułowe obudowy kasetowe

Nowoczesne obudowy uniwersalne firmy ARMEL są dokładne i terminowo wykonywane oraz dopasowane do indywidualnych potrzeb klienta. Dzięki doświadczeniu od 1982 roku wykonujemy nawet najbardziej skomplikowane modele i prototypy. Zapraszamy do zapoznania się z ofertą.

Dzięki prostej modułowej konstrukcji ramy opartej na dwóch bokach i czterech profilach aluminiowych możemy złożyć obudowę w dowolnych wymiarach od 20 mm do 800 mm. Do ramy kasetowej montowane są płyty przód i tył oraz osłony. Na płycie przedniej, jak i tylnej ze względu na indywidualne potrzeby klientów wykonujemy otworowanie i nanosimy grafikę produktową. Solidna konstrukcja z aluminium gwarantuje dobre odprowadzanie ciepła. Istnieje możliwość wyposażenia w wewnętrzną w listwę DIN35T lub prowadnice, co ułatwia serwisowanie sprzętu; moduły mogą być łatwo wysuwane. System kasetowy umożliwia zamontowanie kilku bloków-modułów płytek drukowanych współpracujących w jednej obudowie, połączonych na tylnej wspólnej płycie PCB magistrali Eurocard.

Zupełnie nowy serwis internetowy: www.armel.pl

Zapraszamy do zapoznania się z pełną ofertą na naszej kompleksowo odświeżonej stronie internetowej pod adresem **www.armel.pl**.

Szerokie możliwości zastosowania

Istnieje pełna dowolność zastosowania. Dzięki uchwytom RACK montowanym z przodu lub tyłu możemy zamontować obudowę w szafach RACK lub na ścianie. Uchwyt DIN 35T na tylnej ściance umożliwia zamontowanie w skrzynce elektrycznej na szynie DIN 35T. Wyposażone w stopki mogą pełnić funkncję obudów wolnostojących na półce.

Standardowe wykonania wysyłamy w ciągu 2 dni. Na produkty wg dokumentacji, z otworowaniem i z napisami czas oczekiwania wynosi do 10 dni.

Dokładność wykonania wycinania i otworowania 0,03 mm

Naszym klientom proponujemy standardowe oraz indywidualne realizacje obudów, takich jak: Modułowe Systemy konstrukcji RACK 19" i 10" / Eurokata – DIN T35 / szafy i stojaki oraz elementy wyposażenia skrzynek elektrycznych i telekomunikacyjnych. Obudowy metalowe uniwersalne stalowe, lakierowane z aluminiową płytą, panele i płyty sterownicze wg dokumentacji, obudowy, zasilaczy, falowników i sterowników. ■

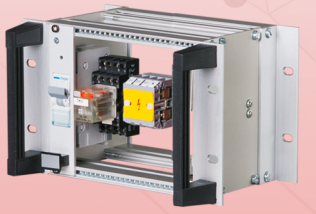
ARMEL

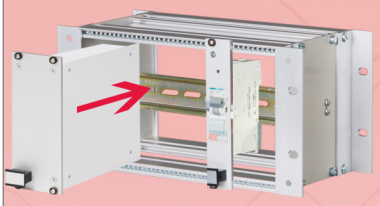
www.armel.pl

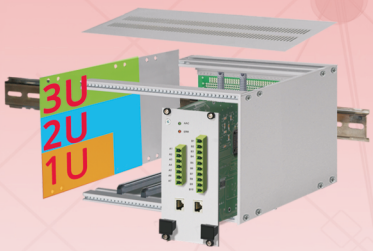
reklama

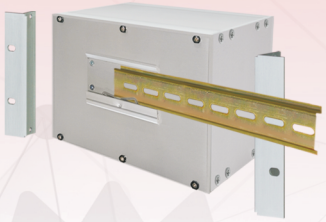
ARMEL
OD 39 LAT NA RYNKU
PRODUCENT OBUDÓW

Obudowy DIN Ts 35
Kasety RACK 10" & 19"
OBUDOWY KASETOWE
OSPRZĘT SZAF 19" 10"









OD PROJEKTU/PROTOTYPU DO GOTOWEGO PRODUKTU

ZAPYTAJ O SZCZEGÓŁY
ARMEL
ul. Toruńska 8
44-100 Gliwice
tel. 32 230 08 24
32 230 23 01
32 307-56 60
kontakt@armel.pl

www.armel.pl

Finał programów dotacyjnych 2014–2020. Co będzie dalej?

Anna Szymczak

W roku 2021 w większości regionów nie ma już pieniędzy na dotowanie projektów ze środków unijnych. W programach krajowych już ogłoszone nieliczne konkursy dla firm mają znacznie zredukowane budżety, które zapewne nie wystarczą dla wszystkich chętnych. Co dalej z dotacjami UE? Czy firmy mają na co czekać?

W kraju trwają prace nad ogromnymi instrumentami wsparcia rozwoju. To program dla nowej perspektywy unijnej, czyli na okres lat 2021–2027, oraz nad Funduszem Odbudowy jako dodatkowe wsparcie na łagodzenie skutków pandemii.

Nowa perspektywa 2021–2027

Aktualnie trwają prace nad nowymi programami i powstają projekty dokumentów z warunkami podziału nowych środków na następne 7 lat z Funduszy Europejskich. Najważniejszym z tych dokumentów jest Umowa Partnerstwa, która obecnie jest poddawana konsultacjom społecznym.

Instrumentami realizacji Umowy są krajowe i regionalne programy, które wspólnie tworzą spójny system dokumentów programowych polityki spójności w perspektywie 2021–2027 w Polsce.

Dokument ten stanowi punkt odniesienia do określania szczegółowej zawartości programów.

Zgodnie z propozycją przedstawioną w projektach dokumentów na kolejną perspektywę finansową polityka spójności na lata 2021–2027 ma obejmować następujące fundusze:

- Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego (EFRR);
- Fundusz Spójności (FS);
- Europejski Fundusz Społeczny+ (EFS+);
- Fundusz Sprawiedliwej Transformacji (FST).

Ministerstwo Funduszy i Polityki Regionalnej prowadzi konsultacje społeczne Umowy Partnerstwa dotyczące wydatkowania Funduszy Europejskich na lata 2021–2027.

Nowa perspektywa to 76 mld euro – 40% środków trafi do regionów, pozostałe 60% zostanie podzielone z poziomu centralnego w ramach programów krajowych.

Ustanowione cele to:

1. „Bardziej konkurencyjna i inteligentna Europa dzięki promowaniu innowacyjnej i inteligentnej transformacji gospodarczej”, w tym: wzrost znaczenia badań i innowacji w strukturze gospodarczej kraju oraz wykorzystywanie zaawansowanych technologii, wzmacnianie potencjału przedsiębiorstw i administracji publicznej na rzecz nowoczesnej gospodarki.

2. „Bardziej przyjazna dla środowiska niskoemisyjna Europa”, w tym: efektywność energetyczna, wsparcie produkcji energii z odnawialnych źródeł, wsparcie infrastruktury energetycznej i inteligentnych rozwiązań (*smart grids*), gospodarka odpadami i efektywne wykorzystanie zasobów, transport niskoemisyjny i mobilność miejska oraz inne.
3. „Lepiej połączona Europa”, w tym: rozwój transportu, sieci szerokopasmowe.
4. „Europa o silniejszym wymiarze społecznym”, w tym rynek pracy, zasoby ludzkie, ochrona zdrowia.
5. „Europa bliżej obywateli”.
6. „Umożliwienie regionom i obywatelom łagodzenia społecznych, gospodarczych i środowiskowych skutków transformacji w kierunku gospodarki neutralnej dla klimatu”.

Fundusz Odbudowy

Fundusz Odbudowy (Next Generation EU) jest odpowiedzią Unii Europejskiej na nowe zagrożenia i wyzwania, jakie spowodowała pandemia. Zgodnie z informacjami podanymi w Serwisie Rzeczypospolitej Polskiej ma dwa główne cele:

- odbudowę i przywracanie odporności gospodarek UE na ewentualne kryzysy;
- przygotowanie na przyszłe nieprzewidziane okoliczności.

Największą częścią Funduszu Odbudowy jest Instrument na rzecz Odbudowy i Zwiększania Odporności (RRF – *Recovery and Resilience Facility*). Fundusz składa się też z mniejszych programów.

Obecnie Ministerstwo Funduszy i Polityki Regionalnej pracuje nad przygotowaniem Krajowego Planu Odbudowy (KPO), który będzie podstawą do sięgnięcia po pieniądze z Instrumentu na Rzecz Odbudowy i Zwiększania Odporności.

Budżet Funduszu Odbudowy to ponad 723,8 mld euro. Pomoc z tego funduszu będzie przyznawana w postaci bezzwrotnych grantów i nisko oprocentowanych pożyczek.

W ramach Instrumentu na Rzecz Odbudowy i Zwiększania Odporności Polska będzie miała do dyspozycji ok. 58,1 mld euro, w tym:

- 23,9 mld euro* w formie dotacji;
- 34,2 mld euro* w pożyczkach.

Te środki będą do wykorzystania do 2026 roku. Środki te mogą być przeznaczone na prorozwojowe inwestycje z obszarów:

- Transformacja cyfrowa;
- Odporność i konkurencyjność gospodarki;
- Energia i zmniejszenie energochłonności;
- Transformacja cyfrowa;
- Dostępność i jakość systemu ochrony zdrowia;
- Zielona i inteligentna mobilność.

To również pieniądze na inwestycje infrastrukturalne, na przykład na kolej i drogi.

Aktualnie trwają prace nad potężnymi instrumentami wsparcia gospodarki w ciągu najbliższych lat. Ważą się losy ram rozwojowych na kolejne 7 lat z bezprecedensową kumulacją dostępnych środków. Z drugiej strony – należy mieć świadomość, że procedury legislacyjne wymagają pewnego czasu, czyli najbliższe miesiące to będzie tylko czekanie na nowe, a firmy w kraju będą zdane głównie na siebie. Na tym etapie trudno oszacować, czy do końca roku uda się ogłosić nowe nabory wniosków z nowych środków. ■

Anna Szymczak
MS-Consulting Klaudiusz Szymczak

MS-CONSULTING
ul. Warszawska 43
61-028 Poznań
tel. 61 826 61 30
fax 61 624 77 76
www.ms-consulting.pl

LD120 – przemysłowe wyświetlacze programowalne

Wyświetlacze alfanumeryczne serii LD120 znajdują zastosowanie w automatyce przemysłowej. Umożliwiają wyświetlanie danych liczbowych i komunikatów tekstowych. Mogą być swobodnie programowane przez użytkownika, tak aby jednocześnie wyświetlać kilka różnych informacji i dynamicznie zmieniać podział ekranu. Każdy zestaw danych może mieć swój „ekran". Dane można wyświetlać w jednym lub dwóch rzędach. W jednym rzędzie mieszczą się duże cyfry lub znaki alfanumeryczne o wysokości 120 mm, które są dobrze czytelne z odległości 50 metrów. W dwóch rzędach mieszczą się znaki o wysokości 50 mm. Podział matrycy diodowej można zaprogramować na stałe lub zmieniać go dynamicznie, wysyłając wraz z danymi informacje o rozmieszczeniu tekstów. Polega to na określeniu sektorów matrycy LED i przypisanie im oddzielnych rejestrów protokołu Modbus. Ekran LD120 składa się z jednego lub kilku modułów matryc diodowych o rozdzielczości 64 × 16 pikseli. Seria LD120 to trzy modele z matrycami o różnej długości: 64 × 16, 128 × 16 i 192 × 16 pikseli. Najdłuższa z wersji może pomieścić dwie linie po 32 znaki tekstu lub 18 znaków o podwójnej wysokości. Wyświetlacze komunikują się z otoczeniem przez interfejsy szeregowe, z użyciem protokołu Modbus RTU lub przez port Ethernet z protokołem Modbus TCP. LD120 produkowane są w standardzie przemysłowym, w trwałych obudowach o stopniu ochrony IP54. ■

Producent: SEM
www.sem.pl

reklama

Archipelag sztucznej inteligencji. Część IV

Ryszard Tadeusiewicz

Wprowadzenie

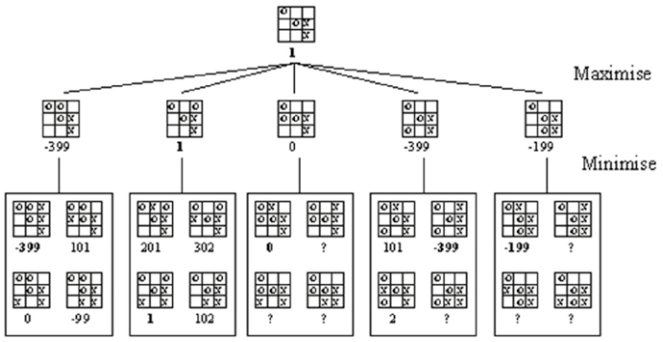
Artykuł ten jest (jak wynika z tytułu) czwartym z serii artykułów poświęconych przeglądowej prezentacji poszczególnych metod sztucznej inteligencji (AI) prezentowanych jako wyspy archipelagu. Wyjaśnienie, dlaczego przyjęto taką właśnie metaforę, znaleźć można w pierwszym artykule tego cyklu, opublikowanym w numerze 12/2020 miesięcznika „Napędy i Sterowanie". W tym samym artykule, zapoczątkowującym cały cykl, zaproponowałem zasadę, że chociaż mamy tu do czynienia z metaforami (gdy mowa o wyspach i o archipelagu), to jednak nazw tych nie będę ujmował w cudzysłów, pozostawiając właściwą interpretację domyślności Czytelnika.

Do tej pory ukazały się trzy artykuły z prezentowanego cyklu. W pierwszy z nich (NiS nr 12/2020) zaprezentowano metody AI oparte na stosowaniu rachunku symbolicznego, sieci neuronowe oraz systemy ekspertowe. Drugi artykuł (NiS nr 1/2021) zawierał opisy zbiorów rozmytych i logiki rozmytej, zbiorów przybliżonych i rozpoznawania obrazów. Trzeci artykuł (NiS nr 2/2021) omawiał analizę skupień, algorytmy genetyczne i algorytmy mrówkowe. Zawartość czwartego odcinka cyklu znajduje się poniżej.

Programy grające z ludźmi w gry strategiczne

Od początku istnienia sztucznej inteligencji twórców jej metod fascynowało tworzenie programów wykazujących inteligentne działanie podczas rywalizacji z człowiekiem w grach strategicznych [1]. Wyspa omawianego w tym cyklu archipelagu, reprezentująca metody sztucznej inteligencji wykorzystywane w tych programach rozgrywających, może być przedstawiona tak, jak na rysunku 1.

Historia zaczęła się od programów komputerowych grających z ludźmi w warcaby – grę prostszą i łatwiejszą od szachów. Pierwsze programy grające w tę grę były bardzo mało inteligentne i łatwo pozwalały się pokonać. Ale już w 1954 roku, czyli u zarania techniki komputerowej, profesor A. Samuel pracujący dla IBM stworzył program, który pokonał nawet czwartego gracza w rankingu Stanów Zjednoczonych. Sprawą zainteresowało się wojsko i zaczęło finansować badania zmierzające do stworzenia programów grających w gry strategiczne, zakładając, że takie programy odpowiednio udoskonalone mogą pełnić rolę doradców dowódców na prawdziwym placu boju. Rozwój nie następował jednak tak szybko, jak by chciała armia, i ludzie ciągle jednak wygrywali z komputerami mimo dużego zaangażowania twórców. Dopiero w 1992 roku program Chinook stworzony przez J. Schaerffera „pokazał lwi pazur". Program ten wygrał rywalizację US Open, ale w mistrzostwach zorganizowanych w Londynie przegrał z dr M. Tinsleyem wynikiem 4:2 po 33 remisach. Jednak w 1995 roku udoskonalony Chinook potrafił przewidywać dalekosiężne skutki każdego ruchu (rys. 2) i wygrywał wszystkie mecze [2].



Rys. 2. Sposób działania komputera przy układaniu strategii gry

Rys. 1. Wyspa będąca metaforą programów grających w gry strategiczne

Trzeba było przyjąć do wiadomości, że w warcabach żaden człowiek nie dorówna maszynie, więc można w nie grać dla przyjemności tylko z innym człowiekiem albo z komputerem mającym celowo wprowadzone ograniczenia, natomiast gdy odpowiedni program osiągnie pełną moc przetwarzania informacji – to do gry o przesądzonej przegranej nie ma co siadać.

Grą, która prawdziwie budziła emocję naukowców i kibiców, były szachy. Pierwsze teoretyczne prace na temat możliwości stworzenia programu do gry w szachy pisali „ojcowie informatyki" Norbert Wiener, Claude Shannon i Alan Turing w latach 1948–1951. Pierwsze działające programy powstały w 1957 roku w USA i ZSRR. W latach 1966–1967 rozgrywany był pierwszy mecz szachowy między programem radzieckim ITEP (Instytut Fizyki Teoretycznej i Eksperymentalnej w Moskwie) a amerykańskim programem Kotok-McCarthy (Uniwersytet Stanforda). Mecz trwał 9 miesięcy i zakończył się wygraną rosyjskiego

PRECYZJA

ŁĄCZNOŚĆ

ANALIZA

INFORMACJA

WYDAJNOŚĆ

ŁATWY W UŻYCIU

WiFi Enabled

Industry 4.0 READY

POBIERZ NASZĄ APLIKACJĘ

MP FILTRI CONNECT

ICM 4.0

ODKRYJ MOC ŁĄCZNOŚCI

ICM 4.0 to narzędzie do monitorowania czystości oleju hydraulicznego i ostrzegania o problemach w czasie rzeczywistym 24/7 zapewniające najwyższy poziom kontroli stanu urządzenia.
Wszystkie dane dostępne są za pośrednictwem zaawansowanego pakietu oprogramowania jak również innowacyjnej aplikacji.

MPFILTRI®

PASSION TO PERFORM

Follow us

mpfiltri.com

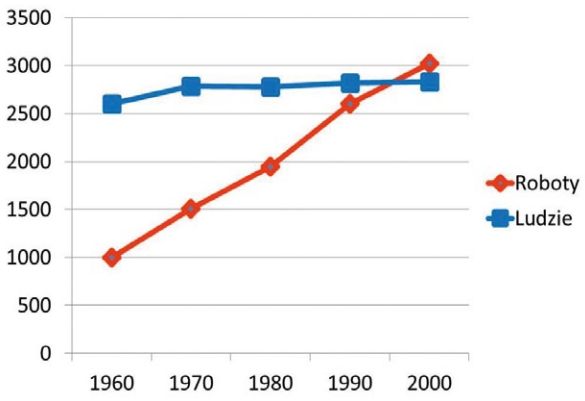
Rys. 3. David Levy – twórca słynnego zakładu dotyczącego szachów komputerowych

Rys. 5. Kasparow przegrywa z komputerem Deep Blue

programu. Niestety twórca tego sukcesu, dyrektor ITEP Aleksander Kronrod, został wyrzucony ze stanowiska i pozbawiony tytułu profesorskiego za to, że używał komputera mającego projektować bomby atomowe do jakichś szachowych turniejów. Od tej pory programy do komputerowej gry w szachy powstawały głównie w USA. Programy te początkowo grały słabo, więc w roku 1968 szkocki mistrz szachowy David Levy (rys. 3) ufundował nagrodę dla programu, który ogra go chociaż raz na cztery partie.

Ale programy szachowe stale się doskonaliły i w 1989 roku program Deep Thought pokonał Davida Levyego, wygrywając wszystkie 4 partie.

Nie jest to właściwe miejsce, żeby opisywać owe kolejne, coraz sprawniejsze programy szachowe, ich sukcesy i porażki – ale warto spojrzeć na rysunek 4. Podano na nim punktację Elo przyznawaną szachistom w poszczególnych latach. Niebieska linia pokazuje poziom gry kolejnych arcymistrzów, a czerwona (opisana „Roboty") – poziom gry stale doskonalonych programów szachowych.



Rys. 4. Ranking kolejnych programów szachowych i kolejnych arcymistrzów wg punktacji Elo

Jak widać, programy szachowe stale zbliżały się do poziomu gry najlepszych szachistów (ludzi) i nieuchronnie musiał nadejść moment, kiedy program szachowy wygra z arcymistrzem. Chwila ta nadeszła w maju 1997 roku. Ówczesny niekwestionowany mistrz świata, Garri Kasparow, przegrał mecz szachowy z programem komputerowym Deep Blue (rys. 5).

To zwycięstwo komputera nad arcymistrzem miało doniosłe skutki. Po pierwsze, obaliło dość rozpowszechnione przekonanie, że sztucznej inteligencji jako takiej nie ma, ponieważ pozornie inteligentne zachowania komputerów są z góry zaprogramowane i tym, co działa, jest w istocie inteligencja programisty „zaszyta" w komputerowym programie. Tymczasem Kasparow był niekwestionowanym mistrzem świata (rys. 6). Wygrywał z każdym, kto się ośmielił z nim zmierzyć.

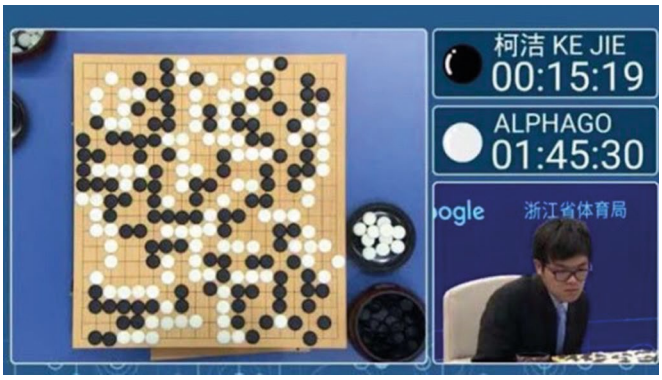
Rys. 6. Kasparow po jednym z licznych tryumfów podczas szachowych mistrzostw świata

Można powiedzieć, że na świecie nie było człowieka, który by wygrał z Kasparowem. Tym bardziej nie było programisty, który by mógł umieścić w programie metodę, jak tego mistrza pokonać. A jednak Deep Blue wygrał. To znaczy, że **sam musiał znaleźć zwycięskie strategie** – a zatem działał inteligentnie!

Od 1997 roku programy szachowe są nadal doskonalone, więc podobnie jak w warcabach nie ma już sensu prowadzenie rozgrywek w układzie człowiek przeciw maszynie, bo wynik jest przesądzony – ale szachy są na tyle ciekawą grą, że ludzie nadal rywalizują ze sobą, rozgrywają turnieje, wyłaniają mistrzów itp. Pojawił się jednak problem „dopingu": przyłapano kilku szachistów na tym, że wychodząc w trakcie meczu do toalety, zabierali ze sobą smartfony i korzystali z podpowiedzi komputerowych programów szachowych, wykorzystując je potem podczas rozgrywki. Posypały się dyskwalifikacje… Czy u narodzin pierwszych programów szachowych ktoś mógł to przewidzieć?

Szachy są grą trudną i wymagającą, ale prawdziwym wyzwaniem była dalekowschodnia gra Go. Owa gra jest o wiele trudniejsza niż szachy, co widać, gdy się porówna kilka liczb. Liczba

ruchów, jakie trzeba wykonać w trakcie partii Go, to średnio 260. Szachy to średnio tylko 35. Liczba możliwych do rozegrania partii w Go to 10^{260}. W szachach to 10^{123}. Liczba różnych pozycji na planszy w Go to 10^{172}. W szachach to 10^{46}. Opierając się na tych wyliczeniach, różni opiniodawcy sztucznej inteligencji twierdzili (zwłaszcza po sukcesie Deep Blue w szachach), że w Go żaden komputer z człowiekiem nie wygra. Nie trzeba było długo czekać, by się przekonać, że ta zapowiedź także okazała się nieprawdziwa. Program AlphaGo, stworzony przez firmę DeepMind, ale rozwijany potem przez Google, które 26.01.2014 roku przejęły DeepMind za 500 mln USD, pokonał najpierw (2015) Mistrza Europy w Go, Fana Huia, a w marcu 2016 roku po czterodniowym meczu pokonał Lee Sedola, jednego z arcymistrzów tej gry. Specjaliści spierali się, czy Lee Sedol był drugim najlepszym graczem w Go, czy może czwartym, ale ta dyskusja została przecięta, gdy AlphaGo w maju 2017 roku pokonał dwukrotnie niekwestionowanego mistrza świata w Go, Ke Jie (rys. 7). Ogólnie w 2017 roku AlphaGo rozegrał w internecie 60 rozgrywek Go i wszystkie wygrał.

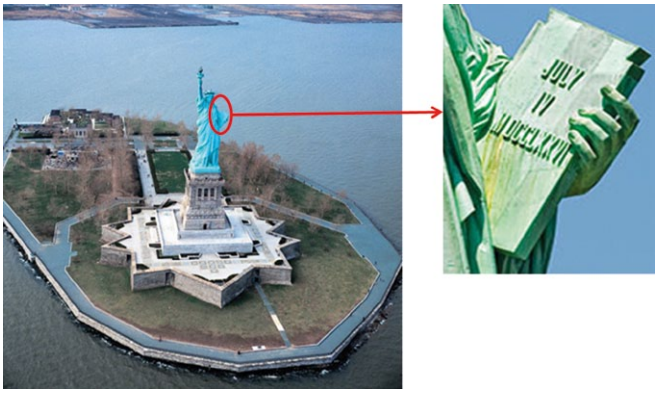


Rys. 7. Rozgrywka w Go między programem AlphaGo a arcymistrzem Ke Jie

Przetwarzanie języka naturalnego

Przechodząc do kolejnej wyspy opisywanego tu archipelagu, napotykamy wizerunek przedstawiony na rysunku 8.

Wyspa jest ogólnie znana, a jej najważniejszym elementem jest księga z ważnym napisem. I właśnie o ten napis chodzi, bo cywilizacja ludzka od czasów starożytnych gromadzi wiedzę



Rys. 8. Wyspa symbolizująca metody przetwarzania języka naturalnego

w postaci tekstów. Dawniej teksty te gromadzono w postaci glinianych tabliczek (Babilon), papirusów, zwojów pergaminów, ręcznie przepisywanych, a później drukowanych ksiąg, czasopism i wielu innych form zapisów, natomiast obecnie wszystkie nowe teksty mają formę elektroniczną, która podlega teleinformatycznej dystrybucji do czytelników, a w jakiejś części (coraz mniejszej procentowo) jest także drukowana na papierze.

Formę cyfrowych tekstów mają rejestrowane w mediach społecznościowych (głównie Facebook i Twitter, a także liczne blogi) wypowiedzi różnych ludzi, a także przechwytywane (często nielegalnie) treści sms i e-mail. Jest tego mnóstwo!

Również dawne dokumenty pisane i drukowane są w coraz większym zakresie przenoszone do formy cyfrowej za pomocą ich skanowania, przy czym użycie technik OCR (*Optical Character Recognition*), należącej do omawianej w drugiej części cyklu techniki rozpoznawania obrazów (NiS nr 1/2021), pozwala na zamianę obrazu skanowanych stron do formy cyfrowo kodowanych łańcuchów znaków [3]. Ta konwersja czasem wprowadza błędy, które wymagają „ręcznej" korekty, ale korzyści z takiej transformacji są ewidentne.

Również techniki zamiany mowy na tekst pisany (także należące do dziedziny rozpoznawania obrazów) pozwalają uzyskać nagrania wypowiedzi słownych w postaci łańcuchów znaków [4]. Do konwersji tekstu mówionego na tekst pisany służyć może cenione na świecie narzędzie, jakim jest program **IBM Watson Speech**. Niestety chwilowo nie radzi on sobie z zapisywaniem tekstów mówionych w języku polskim. Natomiast do pakietu Microsoft Office można już pobrać (za darmo!) program **Dictate**, który pozwala na głosowe sterowanie pracą komputera, ale także na rejestrowanie w formie tekstu całych wypowiedzi. Co więcej, Dictate może także tłumaczyć z jednego języka na drugi w ramach 20 języków, wśród których jest także język polski. Inna duża firma, Google, wypuściła program **VoiceNote II**, który współpracując z przeglądarką Google Chrome, dokonuje także konwersji mowy na tekst. Przez niektórych użytkowników polecany jest **SkryBot domowy**, szybki jest **Dictation Pro**, wygodny (ale drogi!) **MagicScribe**. Dyktowanie tekstu, który potem dostępny jest w formie pisanej, jest także jedną z usług, jakie może świadczyć system Google, a w nim narzędzie **Google Docs**. Ja sam budowałem kiedyś system, który na podstawie nagrań z przesłuchań policyjnych automatycznie sporządzał pisane protokoły, łatwiejsze do gromadzenia i przeszukiwania [5].

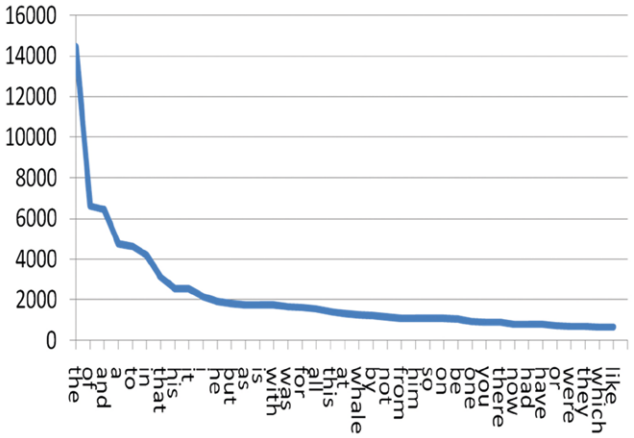
Jak widać, źródeł cyfrowych tekstów jest obecnie bardzo dużo. Efekt jest taki, że ogromna liczba ważnych informacji dostępna jest obecnie właśnie w takiej formie, która dla komputerów jest po prostu łańcuchem znaków (rys. 9).

Rys. 9. Dla komputerów wszystkie teksty są wyłącznie łańcuchami znaków. Ich inteligentne wykorzystanie jest możliwe wyłącznie dzięki rozwojowi metod automatycznego przetwarzania języka naturalnego

Żeby mieć z tych cyfrowych tekstów konkretny pożytek, trzeba jednak było wypracować liczne narzędzia do przetwarzania języka naturalnego – i takie właśnie narzędzia zostały w łonie sztucznej inteligencji stworzone i udoskonalone.

Prowokacyjny dla badaczy sztucznej inteligencji był tak zwany test Turinga, opisany przez niego w wydanym w 1950 roku artykule „Computing Machinery and Intelligence". Istotę tego testu opisałem w pierwszym odcinku tego cyklu (NiS nr 12/2020). Mnóstwo badaczy podejmowało więc próby budowy programów komputerowych, które mogłyby prowadzić z człowiekiem rozmowę na dowolny temat. Najstarsze publikacje innych autorów dotyczące tej tematyki opisałem w sposób popularny w artykułach [6, 7], a wyniki moich własnych prac badawczych związanych z budową pierwszych takich systemów dla języka polskiego, zostały opublikowane w artykułach [8] i [9], a potem retrospektywnie w opracowaniu [10].

W obszarze naukowym problematyka przetwarzania języka naturalnego przez długi czas opierała się na tworzeniu tak zwanych słowników częstościowych. Słownik taki w najprostszej postaci przypisuje do każdego wyrazu (czy nawet fleksyjnej formy wyrazu) częstość jego wystąpienia (rys. 10).

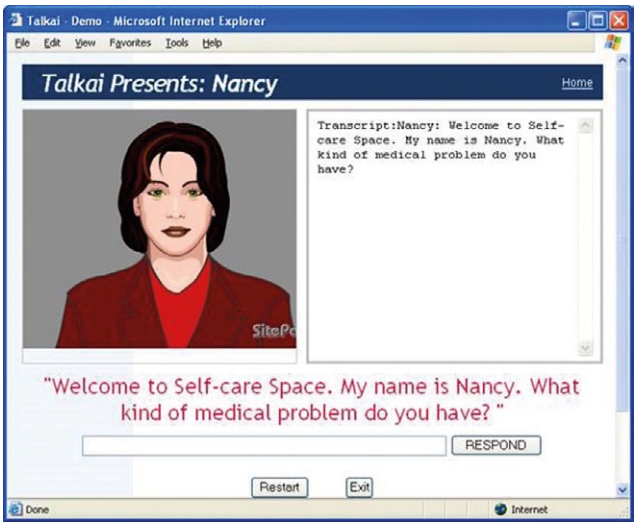


Rys. 10. Przykład słownika frekwencyjnego

Przykład pokazany na rysunku 10 dotyczy małej próbki tekstu w języku angielskim (stąd niewielkie liczby zliczeń częstości występowania wyrazów, podane na osi pionowej) i służy wyłącznie do ilustracji tego, czym jest słownik frekwencyjny, ale rzeczywiste słowniki buduje się w oparciu o teksty zawierające setki milionów słów. Bez pomocy komputerów takie badania były ogromnie uciążliwe. Ale w momencie wprowadzenia metod komputerowego przetwarzania języka naturalnego stało się możliwe tworzenie takich słowników zarówno dla całego języka (na przykład polskiego), jak i dla wybranych podzbiorów tego języka – na przykład artykułów prasowych, książek beletrystycznych, referatów konferencyjnych, przemówień polityków itp. Porównując takie „dziedzinowo zorientowane" słowniki frekwencyjne, językoznawcy mogą wyciągać daleko idące i empirycznie uzasadnione wnioski na temat właściwości poszczególnych podzbiorów języka. Co więcej, istnieje tzw. prawo Zipfa, które mówi, że kształt krzywej wynikającej ze słownika frekwencyjnego jest charakterystyczny dla każdego autora, więc może służyć do ustalania autorstwa dzieł, których autentyczność budzi wątpliwości. Metodę tę zastosowano z dobrym skutkiem do analizy dzieł Szekspira.

Przechodząc do zastosowań praktycznych, metody przetwarzania języka naturalnego znajdują zastosowanie w przyjaznych dla użytkownika interfejsach, pozwalających na wygodne (z użyciem zdań języka naturalnego) stawianie zadań różnym systemom informatycznym oraz na uzyskiwanie od tych systemów odpowiedzi także formułowanych w zrozumiałej, prostej językowo formie. O takim interfejsie była mowa w pierwszym artykule tego cyklu (NiS nr 12/2020) przy okazji opisywania systemów ekspertowych.

Obecnie systemy do naturalnej konwersacji z ludźmi (nazywane niekiedy *chatterbot*) są też dość często budowane dla różnego rodzaju systemów doradczych albo *call centers* (rys. 11).

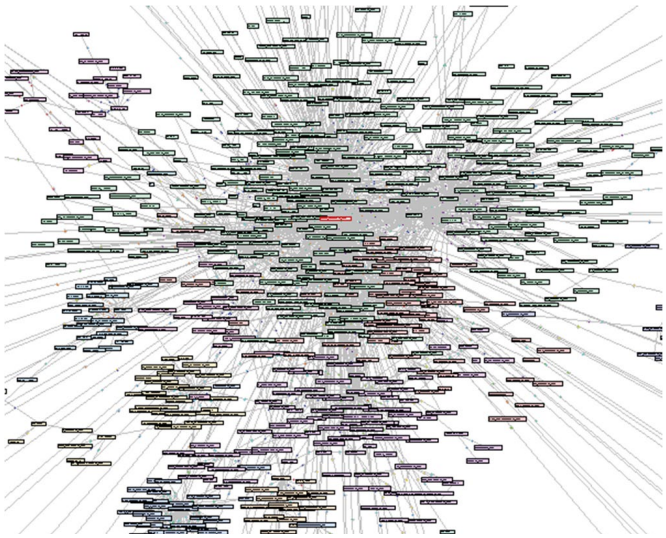


Rys. 11. Jeden z wielu systemów dialogowych typu *chatterbot*

Praktyczne korzyści z systemów przetwarzania języka naturalnego mamy też przy zastosowaniu ich do automatycznego tłumaczenia tekstów lub mówionych wypowiedzi z jednego języka na drugi. Systemy do automatycznej translacji tworzono i doskonalono przez blisko 70 lat (pierwsze były demonstrowane publicznie w 1954 roku) – i chociaż jakość komputerowego tłumaczenia była początkowo dość marna – obecnie systemy te mają już zdecydowanie zadowalającą sprawność. W powszechnym użyciu jest tu zwłaszcza łatwo dostępny i dobrze działający translator firmy Google.

Systemy przetwarzania języka naturalnego pełnią też ważną funkcję przy automatycznym porządkowaniu dużych zbiorów tekstów wraz z automatycznym ustalaniem związków pomiędzy nimi (rys. 12)

Cenione są także narzędzia wywodzące się z przetwarzania języka naturalnego, które pozwalają na automatyczne generowanie skrótów i streszczeń bardzo rozbudowanych zbiorów tekstów wyselekcjonowanych automatycznie metodami wybierania na podstawie słów kluczowych lub charakterystycznych fraz występujących w tekstach.



Rys. 12. Automatyczne ustalanie związków pomiędzy tekstami, zdaniami, a nawet pojedynczymi słowami za pomocą narzędzi przetwarzania języka naturalnego

Uczące się drzewa decyzyjne

Metaforą wysypy reprezentującej uczące się drzewa decyzyjne w archipelagu sztucznej inteligencji jest sztuczna wyspa Palma Dżamira zbudowana w Dubaju (rys. 13). Uczące się drzewa decyzyjne też są sztuczne i też są mocno rozgałęzione, więc analogii łatwo się tu dopatrzeć [11].

Rys. 13. Wyspa w archipelagu sztucznej inteligencji symbolizująca uczące się drzewa decyzyjne

Generowanie reguł za pomocą drzew decyzyjnych jest jednym ze sposobów pozyskiwania wiedzy w sposób **indukcyjny**. Znaczenie indukcji w sztucznej inteligencji wynika z tego, że w wielu przypadkach nie dysponujemy wiedzą pozwalającą na stworzenie ogólnej metody rozwiązywania rozważanego zbioru problemów, więc niemożliwe jest zastosowanie metody dedukcji, natomiast mamy do dyspozycji przykłady zadań, które zostały prawidłowo rozwiązane. Metoda uczących się drzew decyzyjnych pozwala na zbudowanie efektywnej metody rozwiązywania różnych zadań, ale najczęściej jest wykorzystywana

reklama

NIC NAS NIE OGRANICZA

SKAMER-ACM

Tarnów, ul. Rogoyskiego 26
Kraków, ul. Kapelanka 11

www.skamer.pl

Skamer®
Automation Control Measurement

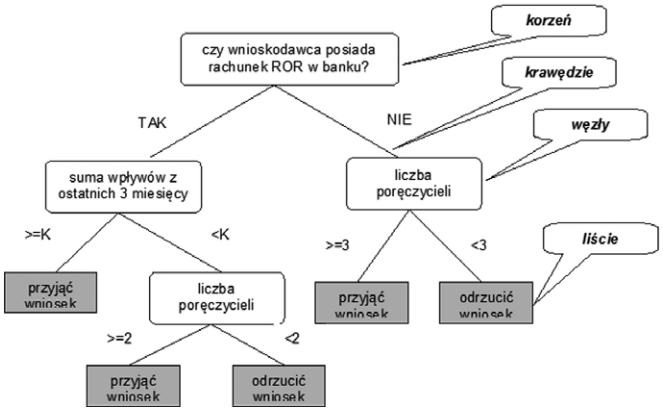
jako narzędzie wspomagające proces podejmowania decyzji [12].

Swoją popularność drzewa decyzyjne zawdzięczają dużej efektywności, możliwości prostej programowej implementacji oraz czytelnej dla człowieka reprezentacji.

Opisując istotę metody drzew decyzyjnych, najkrócej można stwierdzić, że jest to metoda pozyskiwania wiedzy opierająca się na analizie przykładów, z których każdy musi być opisany przez zestaw atrybutów (przesłanek będących podstawą podjęcia decyzji) oraz musi mieć podaną tę właściwą decyzję, którą ktoś gdzieś podjął – i która okazała się trafna. Metoda nadaje się do zastosowania w przypadku atrybutów przyjmujących wartości dyskretne. Jest to ważne, bo te dyskretne wartości będą wybierać kolejne gałęzie drzewa. W przypadku problemów decyzyjnych wymagających użycia atrybutów ciągłych dokonuje się zwykle ich dyskretyzacji, na przykład dzieląc zakres ich zmienności na przedziały i wybierając przedział zamiast konkretnej wartości.

Drzewa decyzyjne tworzone są w nieco przewrotny sposób, bo **korzeń** mają u góry, gałęzie rosną w dół, a zakończenia (czasem określane jako **liście**) znajdują się na samym dole. Korzeń związany jest z pierwszym (najważniejszym) atrybutem, a wychodzące z niego gałęzie (krawędzie grafu reprezentującego drzewo) dochodzą do kolejnych **węzłów**, w których umieszczone są następne atrybuty i z których wyrastają kolejne gałęzie. Rozbudowując systematycznie kolejne piętra drzewa, dochodzimy wreszcie do miejsca (**liścia**), w którym możliwe jest podanie wzorcowej decyzji. Obejrzyjmy takie przykładowe drzewo decyzyjne związane z podejmowaniem decyzji, czy klientowi banku zwracającemu się o przyznanie kredytu w wysokości **K** złotych – przyznać ten kredyt, czy nie?

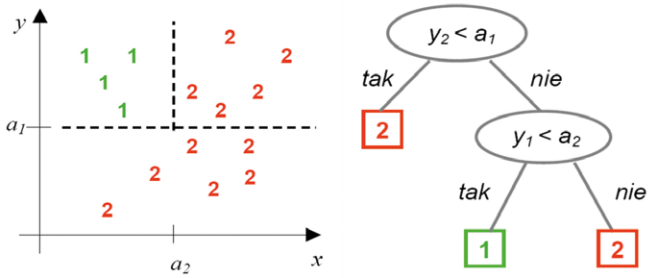
Odpowiednie drzewo decyzyjne pokazane jest na rysunku 14.



Rys. 14. Przykładowe drzewo decyzyjne

Jako korzeń w tym przypadku przyjęto najważniejszą okoliczność: czy wnioskodawca ma rachunek ROR (oszczędnościowo-rozliczeniowy) w tym banku. Jeśli tak, to posuwamy się do węzła określającego wpływy na ten rachunek w ciągu ostatnich trzech miesięcy i jeśli są one większe (lub równe) **K**, to można przyznać kredyt bez poręczycieli. Jeśli natomiast owe wpływy są małe, to wymaganych jest co najmniej dwóch poręczycieli. Jeśli natomiast wnioskodawca rachunku nie posiada – to warunkiem przyznania kredytu jest przedstawienie co najmniej trzech poręczycieli. Odpowiednie decyzje końcowe pokazane są jako „liście" na końcu odpowiednich gałęzi.

W przypadku atrybutów przyjmujących wartości liczbowe drzewo decyzyjne może być utożsamiane z serią granic tnących przestrzeń tych atrybutów na obszary, w których należy podejmować takie, a nie inne decyzje. Ilustruje to rysunek 15, na którym po lewej stronie pokazana jest przestrzeń wyznaczona przez atrybuty x i y oraz przykłady punktów, w których powinna być podejmowana odpowiednia decyzja 1 lub 2, a po prawej stronie pokazane jest odpowiadające temu drzewo decyzyjne.



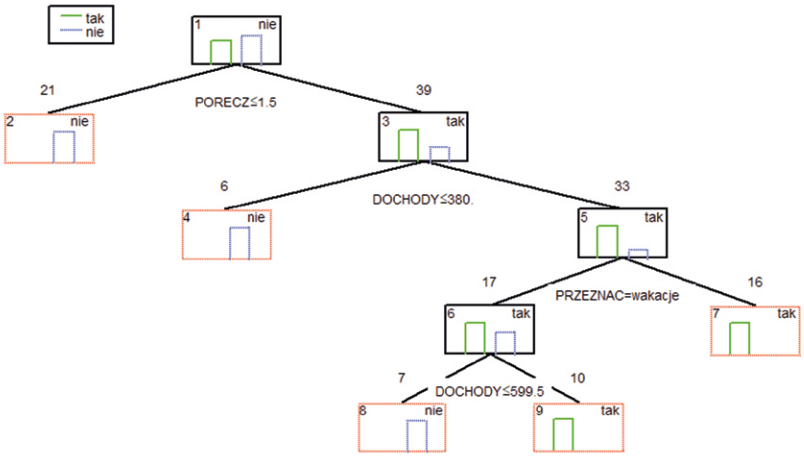
Rys. 15. Podział przestrzeni atrybutów na obszary różnych decyzji przy użyciu drzewa decyzyjnego

Jak wynika z tytułu tej części artykułu – drzewa decyzyjne mogą powstawać automatycznie w wyniku procesu uczenia. Proces ten przebiega w sposób następujący:

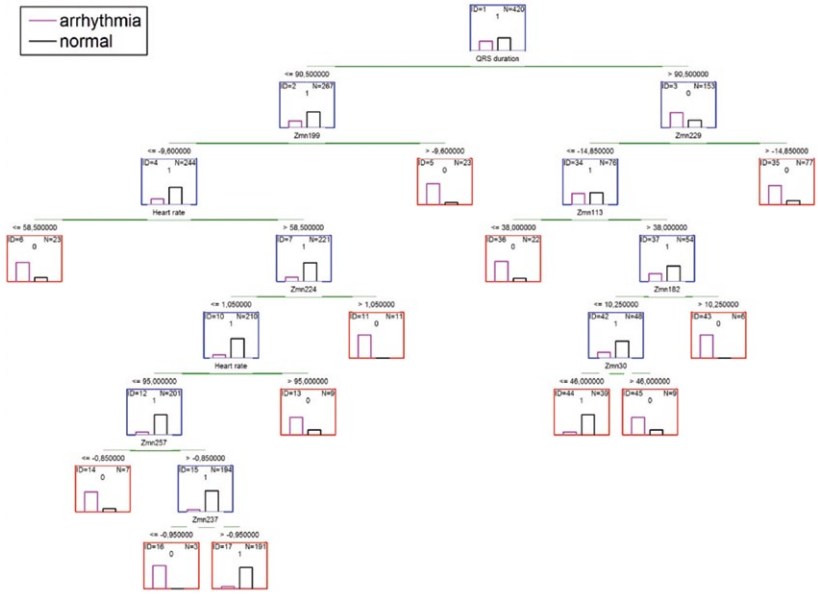
Najpierw gromadzi się dane na temat decyzji, jakie podejmowali ludzie. Przykład takiego zbioru danych pokazano na rysunku 16. Jest to oczywiście przykład wymyślony dla tego artykułu, ale tak mógłby wyglądać rejestr decyzji podjętych przez ekspertów banku, którzy pewnym ludziom przyznawali

lp.	DOCHODY	PORECZ	PRZEZNAC	KREDYT	lp.	DOCHODY	PORECZ	PRZEZNAC	KREDYT
1	140	1	sprzęt	nie	31	500	1	sprzęt	nie
2	140	1	wakacje	nie	32	500	1	wakacje	nie
3	180	2	sprzęt	nie	33	500	2	sprzęt	tak
4	220	2	wakacje	nie	34	500	2	sprzęt	tak
5	220	3	sprzęt	nie	35	500	2	sprzęt	tak
6	280	2	wakacje	nie	36	500	2	wakacje	nie
7	350	1	sprzęt	nie	37	520	2	sprzęt	tak
8	350	1	sprzęt	nie	38	520	2	sprzęt	tak
9	360	1	sprzęt	nie	39	530	2	sprzęt	tak
10	360	1	wakacje	nie	40	550	2	wakacje	nie
11	360	2	sprzęt	nie	41	590	2	wakacje	nie
12	360	2	wakacje	nie	42	599	2	wakacje	nie
13	400	2	sprzęt	tak	43	600	2	sprzęt	tak
14	400	2	wakacje	nie	44	600	2	wakacje	tak
15	410	2	sprzęt	tak	45	600	2	wakacje	tak
16	410	2	sprzęt	tak	46	600	2	wakacje	tak
17	410	2	sprzęt	tak	47	610	1	wakacje	nie
18	410	2	wakacje	nie	48	610	2	wakacje	tak
19	420	0	sprzęt	nie	49	620	2	wakacje	tak
20	420	1	sprzęt	nie	50	630	0	sprzęt	nie
21	420	1	wakacje	nie	51	630	0	wakacje	nie
22	420	2	sprzęt	tak	52	650	1	sprzęt	nie
23	440	2	sprzęt	tak	53	650	2	wakacje	tak
24	440	2	wakacje	nie	54	680	2	wakacje	tak
25	450	1	sprzęt	nie	55	700	1	wakacje	nie
26	450	1	wakacje	nie	56	700	2	sprzęt	tak
27	450	2	sprzęt	tak	57	700	2	wakacje	tak
28	480	2	sprzęt	tak	58	700	2	wakacje	tak
29	500	0	wakacje	nie	59	720	0	wakacje	nie
30	500	1	sprzęt	nie	60	850	2	wakacje	tak

Rys. 16. Przykład zbioru danych, na podstawie którego można nauczyć drzewo decyzyjne



Rys. 17. Sposób automatycznego uczenia drzewa decyzyjnego. Omówienie w tekście. Oglądając rysunek, należy pamiętać, że w każdym węźle odpowiedź „tak" kieruje w lewo, a odpowiedź „nie" – w prawo



Rys. 18. Uczące się drzewo decyzyjne do rozpoznawania arytmii (w medycynie)

kredyty – a innym nie. Atrybutami, które brali pod uwagę, były: **dochody** (kwoty w tabeli dotyczą tygodniowych dochodów w funtach brytyjskich), liczba **poręczycieli** zgłoszonych przez osobę ubiegającą się o kredyt oraz **przeznaczenie** pożyczanych pieniędzy (brane pod uwagę były tylko **wakacje** albo zakup **sprzętu**). Wiadomo było też, czy danej osobie kredyt przyznano, czy też nie.

Proces uczenia drzewa decyzyjnego pokazany jest na rysunku 17. Korzeniem drzewa (okienko z numerem 1) jest atrybut mówiący o liczbie poręczycieli. Z analizy tabeli (rys. 16) wynikało, że jeśli liczba poręczycieli była mniejsza lub równa 1,5, wówczas proces podejmowania decyzji kończył się negatywnie, czyli na podstawie tego warunku można dojść do liścia o numerze 2, gdzie końcowa decyzja jest negatywna. Takich przypadków w tabeli było 21 – i taką liczbą opatrzona jest gałąź wiodąca od węzła 1 do węzła 2.

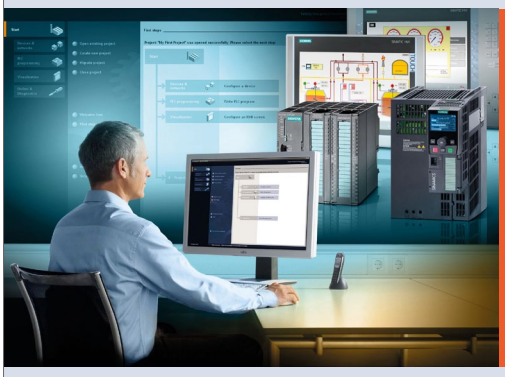
reklama

IMPOL-1®

DOSTAWCA KOMPLEKSOWEJ OFERTY ELEMENTÓW I SYSTEMÓW AUTOMATYKI

- Komponenty automatyki firmy SIEMENS
- Czujniki indukcyjne i pojemnościowe
- Czujniki optyczne
- Liczniki i wskaźniki
- Zasilacze
- Enkodery

- Realizacja systemów sterowania
- Wsparcie techniczne i dostawy urządzeń
- Prefabrykacja szaf sterowniczych
- Programowanie sterowników i wizualizacji
- Realizacja systemów bezpieczeństwa



www.impol-1.pl
www.sklep.impol-1.pl
www.programowanieplc.pl

IMPOL-1 F.Szafrański Sp.J.
02-255 WARSZAWA
ul. Krakowiaków 103

tel. (22) 886 56 02
fax. (22) 886 56 04

systemy@impol-1.pl
elementy@impol-1.pl

Negatywna odpowiedź na pytanie zadane w węźle 1 prowadzi do węzła nr 3. Takich przypadków w tabeli było 39. W węźle nr 3 badane jest, czy dochody kredytobiorcy są mniejsze lub równe 380. To odpowiada w tabeli granicy pomiędzy przypadkami od 1 do 12 (w których podjęto decyzję negatywną), a przypadkiem 13, który jako pierwszy otrzymał od ekspertów decyzję pozytywną. W związku z tym odpowiedź „tak" na pytanie w węźle 3 kieruje do liścia nr 4, który też oznacza decyzję negatywną. W ten sposób zostało „załatwionych odmownie" przez ekspertów następnych 6 amatorów – i drzewo decyzyjne skwapliwie się tego uczy.

33 klientów, których dochody przekroczyły próg 380 funtów tygodniowo, trafia do węzła nr 5, gdzie badane jest przeznaczenie kredytu. Jeśli klient deklaruje, że zamierza użyć kredytu do sfinansowania wakacji (a w przykładowej tabeli było takich marzycieli 17) – to jest kierowany do węzła nr 6, gdzie są ponownie sprawdzane jego dochody. Jeśli nie osiągają one pułapu 600 funtów tygodniowo – to klient trafia do węzła (liścia) nr 8, gdzie też czeka go końcowa decyzja odmowna. W tabeli opisującej decyzje ekspertów było takich pechowców 7. Jeśli natomiast odpowiedź na pytanie w węźle 6 była negatywna – to klienci trafiają o węzła nr 9, gdzie nareszcie są przydzielane decyzje pozytywne. Takich szczęściarzy jest 10. Liść z pozytywną decyzją znajduje się też w węźle nr 7, do którego trafiają ci średnio zamożni klienci, którzy jednak nie połakomili się na wakacje (negatywna odpowiedź w węźle 5). Jest takich klientów 16.

Warto to wszystko prześledzić na rysunku 17.

Przedstawiony wyżej krok po kroku sposób budowy uczącego się drzewa decyzyjnego był możliwy do realizacji „ręcznie", bo drzewo, które budowaliśmy, składało się z zaledwie 4 węzłów, w których były umieszczone określone warunki, oraz miało zaledwie 5 liści. W rzeczywistych zastosowaniach używane są drzewa, w których jest znacznie więcej węzłów – patrz na przykład rys. 18.

Budowa i uczenie takich drzew decyzyjnych oparte są (najczęściej) na programach ID3 i C4.5, dostępnych w Internecie. Ale sięgając po te programy, które przy dobrze zebranym zbiorze przykładów wykonają całą pracę automatycznie, warto jednak wiedzieć, co i jak one robią – i temu właśnie poświęcony był ten artykuł.

Literatura

[1] Tadeusiewicz R.: *Uroki gier* [*Charms of computer games*] (felieton z serii „W laboratorium i w praktyce – ciekawostki naukowo-techniczne") „Dziennik Polski" nr 161 (19475) 11.07.2008, PDF: https://www.academia.edu/34362713/Uroki_gier.

[2] Tadeusiewicz R.: *Komputery grające w ludzkie gry* [*Computers playing human games*] (felieton z serii „W laboratorium i w praktyce") „Dziennik Polski" nr 131 (19749) 05.06.2009, PDF: https://www.academia.edu/34921268/Komputery_grają%C4%85ce_w_ludzkie_gry; http://www.dziennikpolski24.pl/artykul/2603946,komputery-grajace-w-ludzkie-gry,id,t.html.

[3] Tadeusiewicz R., Mikrut Z.: *Neural networks for image recognition* [In Polish: *Sieci neuronowe rozpoznające obrazy*]. Referat plenarny – I Krajowa Konferencja Sieci Neuronowe i Ich Zastosowania, Kule, 12–15.04.1994, PDF: https://www.academia.edu/37437194/Sieci_neuronowe_rozpoznające_obrazy.

[4] Gajecki L., Tadeusiewicz R.: *Language Modeling and Large Vocabulary Continuous Speech Recognition*. „Journal of Applied Computer Science", vol. 17, no. 2 (2009), PDF: https://www.academia.edu/37020601/Language_Modeling_and_Large_Vocabulary_Continuous_Speech_Recognition.

[5] Demenko G., Tadeusiewicz R.: *Technologies of computer speech analysis and their application in police activity* [In Polish: *Technologie komputerowego przetwarzania mowy i ich możliwe zastosowania w pracy policji*]. Rozdział w książce: Szymaniak A., Ciepiela W.: *Policja w Polsce – stan obecny i perspektywy. Tom I*. Wydawnictwo Naukowe Instytutu Nauk Politycznych i Dziennikarstwa UAM, Poznań 2007, PDF: https://www.academia.edu/37183918/Technologie_komputerowego_przetwarzania_mowy_i_ich_możliwe_zastosowania_w_pracy_policji

[6] Tadeusiewicz R.: *Maszyna cyfrowa – partner do pogawędki*. [*Computer – Partner to a Chat*]. „Młody Technik" 3/1977, PDF: https://www.academia.edu/34703955/Maszyna_cyfrowa_-_partner_do_pogaw%C4%99dki.

[7] Tadeusiewicz R.: *Mowa i maszyny*. [*Speech and Machines*]. „Młody Technik" 1/1977, PDF: https://www.academia.edu/34703498/Mowa_i_maszyny.

[8] Mazoń S., Tadeusiewicz R.: *Man-computer natural language conversation* [In Polish: *Konwersacja człowieka z maszyną cyfrową w języku naturalnym*]. „Informatyka" 9/1978, PDF: https://www.academia.edu/28247444/Konwersacja_cz%C5%82owieka_z_maszyn%C4%85_cyfrow%C4%85_w_j%C4%99zyku_naturalnym.

[9] Mazoń S., Tadeusiewicz R.: *An attempt to description of some class of natural man – computer communication*. [In Polish: *Próba opisu pewnej klasy systemów naturalnej konwersacji człowieka z maszyną cyfrową*]. Archiwum Automatyki i Telemechaniki, Tom XXIV, nr 2, 1979, PDF: https://www.academia.edu/36357748/Próba_opisu_pewnej_klasy_systemów_naturalnej_konwersacji_człowieka_z_maszyną_cyfrową; https://www.researchgate.net/publication/265546583_An_attempt_at_describing_a_class_of_man-machine_dialogue_systems_based_on_a_natural_language.

[10] Tadeusiewicz R.: *Natural language and computers* [In Polish: *Język naturalny i komputery*]. Rozdział w pracy zbiorowej Lubaszewski W. (red.): *Słowniki komputerowe i automatyczna ekstrakcja informacji z tekstu*. UWND, Kraków 2009, PDF: https://www.academia.edu/39535742/Język_naturalny_i_komputery

[11] Tadeusiewicz R.: *Uczące się drzewa decyzyjne* [*Learning decision trees*] (felieton z serii „W laboratorium i w praktyce – ciekawostki naukowo-techniczne") „Dziennik Polski", nr 208 (19522) 05.09.2008, https://www.academia.edu/34367315/Ucz%C4%85ce_si%C4%99_drzewa_decyzyjne.

[12] Tadeusiewicz R., Dudek-Dyduch E.: *Construction of Branch & Bound Decision Tree in Optimization of Discrete Manufacturing Processes*, in: Computer Science in Management, Tempus S-JEP-09139-95, 1998, https://www.academia.edu/36360110/Construction_of_Branch_and_Bound_Decision_Tree_in_Optimization_of_Discrete_Manufacturing_Processes.

prof. dr hab. inż. Ryszard Tadeusiewicz
AGH – Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie
e-mail: rtad@agh.edu.pl, www.Tadeusiewicz.pl

WYDARZENIA

● **Roboty w zabiegowym**

W ostatnim czasie coraz śmielej patrzymy na roboty w roli pomocników lekarzy i pielęgniarek. Pośród kandydatów na tego typu stanowiska są maszyny opracowywane i testowane na Uniwersytecie Simona Frasera przez Woo Soo Kima.

– Trwająca pandemia pokazuje potrzebę minimalizowania interakcji człowiek – człowiek pomiędzy pracownikami służby zdrowia a pacjentami – powiedział Kim. – Istnieje możliwość wykorzystania robotów, które będą w przyszłości zbierać podstawowe dane na temat zdrowia pacjentów w imieniu personelu medycznego.

Zespół badawczy Kima zaprogramował humanoida oraz manipulator do pomiaru ludzkich sygnałów fizjologicznych. Ramię robota, stworzone przy użyciu struktur origami wydrukowanych w 3D, zawiera biomedyczne elektrody na czubku każdego palca. Kiedy antropomorficzny efektor dotyka pacjenta, wykrywa sygnały fizjologiczne określające jego bicie serca, częstość oddechów, sygnały elektryczne z ruchów mięśni oraz temperaturę.

Humanoidalny robot jest również w stanie monitorować poziom tlenu, co może ostatecznie pomóc w monitorowaniu stanu osób, u których wystąpił ciężki przebieg COVID-19. Dane można przeglądać w czasie rzeczywistym na monitorze umieszczonym na maszynie lub przesłać bezpośrednio do lekarza.

Kim planuje dalszy rozwój i testowanie robotów we współpracy z pracownikami służby zdrowia. Na tym etapie rozwoju są one w stanie biernie zbierać informacje o pacjencie. Dalsze badania będą obejmować określenie poziomów akceptacji dla tego typu technologii wśród różnych grup wiekowych – od młodzieży po seniorów.

Źródło: eurekalert

● **Podwodny robot bez napędu**

Kiedy naukowcy chcą zebrać dane z dużych obszarów oceanicznych bez zakłócania ekosystemu, często sięgają po autonomiczne szybowce podwodne. Nowa konstrukcja zaproponowana przez badaczy wykazuje się niezwykłą zwrotnością pomimo braku zewnętrznego napędu oraz układu kierowniczego.

Opracowany przez zespół z Uniwersytetu Purdue autonomiczny pojazd podwodny (AUV) w kształcie torpedy jest znany jako ROUGHIE (*Research Oriented Underwater Glider for Hands on Investigative Engineering*). Opada i wspina się w słupie wody, pompując i wypompowując wodę z wbudowanego zbiornika balastowego, zmieniając jego wyporność. Służy to jako forma napędu, ponieważ pojazd porusza się w górę i w dół pod pewnym kątem.

Kąt, pod jakim podnosi się i opada, można kontrolować, przesuwając zamontowany w jego wnętrzu akumulator do przodu lub do tyłu. W ten sposób zmienia się poziomy środek ciężkości AUV, a tym samym jego nachylenie. Dodatkowo zamontowany na szynie akumulator oraz inne elementy wewnętrzne mogą być nachylone razem w kierunku lewej lub prawej burty względem cylindrycznej osłony zewnętrznej. Powoduje to przesunięcie ciężaru na jedną ze stron, wywołując obracanie się pojazdu, a tym samym skręcanie w zadanym kierunku.

Podobnie jak inne podwodne szybowce ROUGHIE mógłby potencjalnie pozostawać na morzu przez tygodnie lub nawet miesiące pomiędzy ładowaniami baterii, niemal bezgłośnie gromadząc dane za pomocą szeregu dodatkowych czujników specyficznych dla danej misji. Jednak w przeciwieństwie do innych pojazdów, jego duża manewrowość powinna pozwolić mu na operowanie także na stosunkowo płytkich wodach. Według jego konstruktorów, podczas gdy inne szybowce mają promień skrętu około 10 metrów, ROUGHIE może wykonywać zwroty w ramach zaledwie 3 metrów. Cena jego wytworzenia stanowi przy tym 10% funduszy potrzebnych do budowy konkurencyjnych konstrukcji.

Źródło: newatlas

reklama

STAUFF®

Oto STAUFF Polska

Działając pod marką STAUFF zdobyliśmy pozycję międzynarodowego lidera w pracach rozwojowych, produkcji i dostawach części do systemów rur i układów hydraulicznych.

Systemy Mocowania
Systemy Pomiarowe
Technika Filtracji
Diagtronics
Akcesoria Hydrauliczne
Zawory Kulowe
Złącza Hydrauliczne

NOWOŚĆ! STAUFF Connect
Technologia Złącz Rurowych od STAUFF

STAUFF Polska Sp. z o.o.
Miszewko 43 A ▪ 80-297 Banino
Tel.: 058 660 11 60 ▪ Fax: 058 629 79 52
sales@stauff.pl

www.stauff.pl

Optymalizacja projektowania i procesu produkcji silników elektrycznych

Marcin Krawczyk

Streszczenie: W artykule przedstawiono wybrane zagadnienia optymalizacji procesu od projektowania do wytworzenia silników elektrycznych. W obecnych czasach, przystępując do projektowania maszyn elektrycznych, zwraca się uwagę nie tylko na to, aby powstał wyrób zgodny z założeniami wejściowymi. Uwzględnia się również szereg innych czynników zmierzających do wykonania produktu wysokiej jakości, w możliwie najkrótszym czasie oraz przy jak najniższym koszcie wytworzenia. Poszczególne etapy projektu są analizowane pod kątem unifikacji istniejących rozwiązań.

Słowa kluczowe: maszyny elektryczne, optymalizacja procesu

OPTIMISATION OF ELECTRICAL MOTORS DESIGN ENGINEERING AND PRODUCTION PROCESS

Abstract: *The article presents selected issues of optimisation of electric motors production from design engineering to final product. Currently, when designing of electrical machines begins, attention is paid to more than merely manufacturing a product in line with the inputs. A number of other factors are taken into account to make a high quality product in the shortest possible time and at the lowest possible cost of production. The individual stages of the project are analysed for the unification of existing solutions.*

Keywords: electrical machines, optimisation of proces

1. Wstęp

Projektując maszyny elektryczne, zwraca się uwagę na dane wejściowe, optymalny proces produkcji oraz zamierzony efekt końcowy. Początek istnienia zakładów elektrycznych w Żychlinie datuje się na 1921 rok [1]. Przez lata zmieniają się wymogi rynku co do parametrów elektrycznych, zastosowania maszyn, ceny oraz czasu dostawy. Tylko w ciągu ostatnich lat, starając się dostosować do specjalnych wymagań klientów, wspólnie z BOBRME Komel wdrożyliśmy szereg aplikacji, między innymi silniki w wykonaniu morskim, silniki TEFC spełniające wymogi NEMA MGI, silniki użytkowane w przemyśle górniczym, silniki trakcyjne, silniki szybkoobrotowe, silniki pierścieniowe i wiele innych [2]. Tematyka optymalizacji przy tak złożonych układach jest szeroka, dlatego w artykule omówiono wybrane zagadnienia.

2. Elektryczne silniki klatkowe

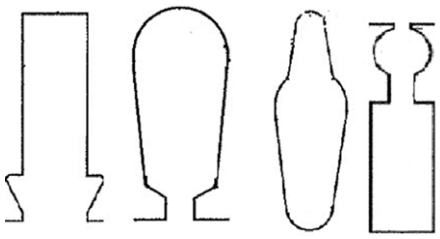
Indukcyjne elektryczne silniki klatkowe obecnie należą do najczęściej używanych napędów maszyn i urządzeń przemysłowych. W tym celu dąży się, aby możliwie maksymalnie przyspieszać oraz upraszczać proces obliczeń, projektowania, wykonywania i badań silników elektrycznych.

2.1. Optymalizacja obliczeń obwodu elektromagnetycznego

Obliczanie obwodu elektromagnetycznego jest pierwszym etapem podlegającym optymalizacji. Do obliczeń wykorzystywane są dedykowane programy połączone z unifikowaną bazą danych istniejących narzędzi, materiałów i dotychczasowych wykonań obwodów wg kart uzwojeń silnika zwanej KUS.

Baza zawiera między innymi:

- kształty obrysów do produkcji blach stojana i wirnika;
- kształty żłobka stojana i wirnika – rys. 1;
- dane KUS istniejących konstrukcji;
- kształty pierścieni zwierających;
- rodzaje i wymiary drutów nawojowych;
- gatunki blachy prądnicowej i dostępne szerokości itd.

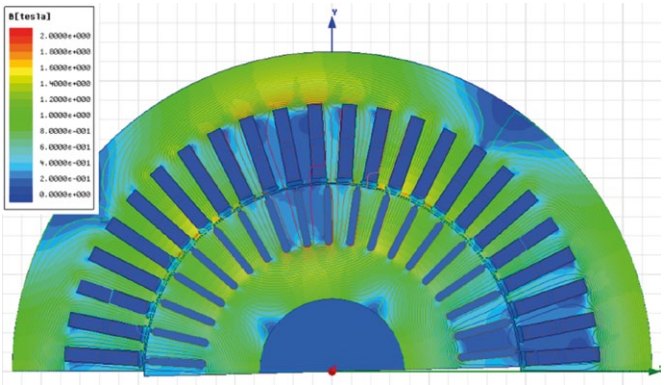


Rys. 1. Przykładowe kształty żłobków blach stojana i wirnika

Najbardziej optymalnym rozwiązaniem jest, gdy do danej konstrukcji projektowanego silnika uda się dopasować istniejący KUS. Posiadamy wówczas kompletną dokumentację techniczną obwodu elektromagnetycznego oraz przyrządy technologiczne. Jeżeli jest to niemożliwe, staramy się optymalizować konstrukcję tak, aby ograniczyć do minimum koszty związane z nowym oprzyrządowaniem oraz rodzajem i ilością materiałów zastosowanych w projekcie. W tym celu przeprowadza się wielowariantowe obliczenia obwodu elektromagnetycznego.

2.2. Optymalizacja konstrukcji mechanicznej

Projektowanie konstrukcji mechanicznej maszyn elektrycznych jest ściśle związane z technologią wytwarzania. Wówczas zwracamy uwagę na technologiczność konstrukcji, czyli optymalizację wykonania na etapie konstruowania [3].



Rys. 2. Analiza zjawisk elektromagnetycznych w programie Maxwell

Celami priorytetowymi produkcji silnika są:

- jakość wyrobu;
- koszt wytworzenia wyrobu;
- czas wytworzenia wyrobu.

Biorąc pod uwagę główne cele, na optymalizację mają wpływ m.in.:

- ilość do wykonania detali/wyrobów;
- przeznaczenie detali/wyrobów, np. Ex;
- rodzaj i postać zastosowanego materiału;
- kształt nowo opracowanych detali (możliwie proste, bez konieczności zakupu nowych narzędzi obróbczych i pomiarowych);
- użycie detalu z istniejących konstrukcji;
- powtarzalne detale i materiały handlowe;
- zastosowanie oprzyrządowania specjalnego/wykonanie bez przyrządów wydłużając proces;
- możliwość obróbki detalu na maszynach NC.

Rys. 3. Projektowanie konstrukcji w programie CAD oraz tworzenie kodu obróbczego na maszyny CNC przy wsparciu aplikacji CAM

Dla jednostkowych zamówień silników, o ile nie jest to wykonanie Ex, należy wykorzystać istniejące konstrukcje na bazie odlewów.

W przypadku braku możliwości wykorzystania w projekcie odlewów należy zastosować bardziej czasochłonną i kosztowną konstrukcję spawaną [4].

2.3. Optymalizacja procesu wytwarzania maszyn elektrycznych

Optymalnie przeprowadzony proces projektowania wpływa bezpośrednio na przygotowanie procesu technologicznego i wytworzenie wyrobu.

reklama

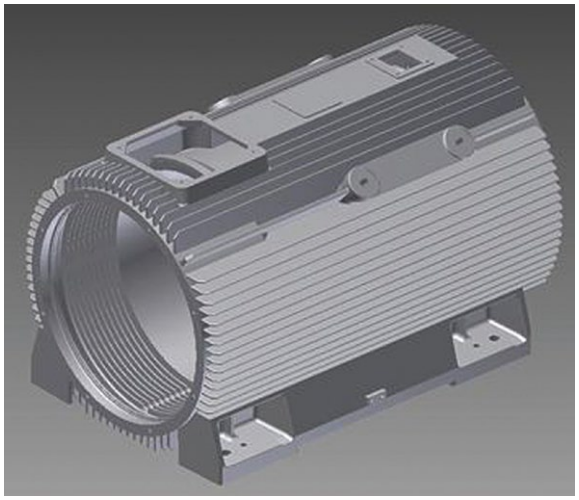
Cantoni GROUP

DRIVING YOUR BUSINESS

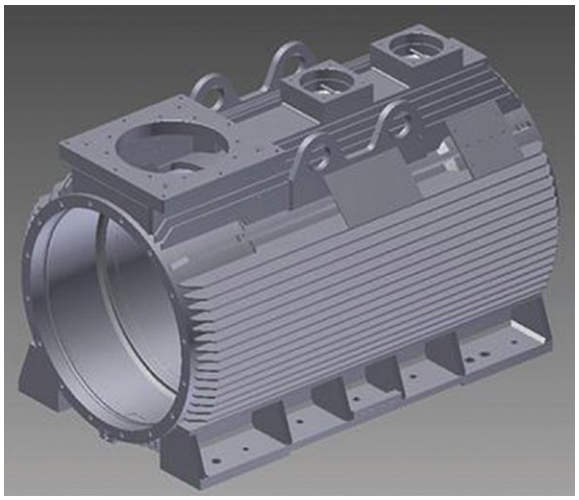
Oferujemy silniki energooszczędne klasy IE3 oraz pełny zakres mocy silników dla przemysłu od 0,04kW do 6000kW

BESEL CELMA since 1920 indukta since 1878 EMIT ELFA

www.cantonigroup.com



Rys. 4. Konstrukcja odlewana



Rys. 5. Konstrukcja spawana

Produkcja jednostkowa zazwyczaj jest droższa niż seryjna. Brak seryjnego wykonania to:

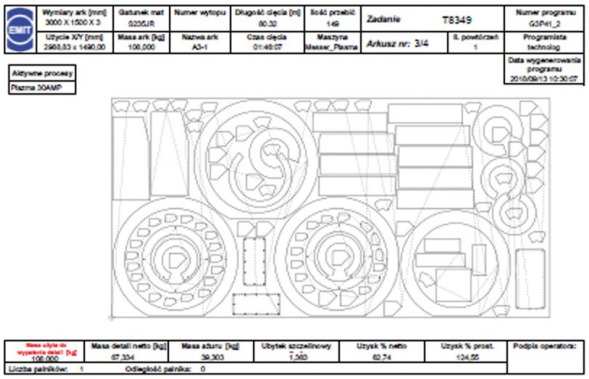
- większy udział czasu przygotowawczo-zakończeniowego tpz w procesie wytworzenia;
- większy koszt zakupu małych ilości materiału;
- procentowy większy udział kosztów przyrządów specjalnych w wyrobie;
- potrzeba wykwalifikowanych pracowników jest większa.

Przy specjalizacji w jednostkowym wytwarzaniu maszyn elektrycznych optymalizacja jest szczególnie ważna. Należy inwestować w najnowsze technologie zmierzające do skracania czasów procesów i zmniejszania kosztów produkcji wyrobu. Szereg wytwórców maszyn i urządzeń, wychodząc naprzeciw oczekiwaniom klientów, oferuje produkty z możliwością prostego programowania z pulpitu maszyny. Jest to szczególnie wygodne przy produkcji jednostkowej, jeżeli obciążenie czasowe pracą stanowiska jest poniżej 100%.

Przy produkcji seryjnej istotne jest, by wykorzystywać obróbkę na maszynach numerycznych z zastosowaniem dedykowanych pod dany materiał narzędzi skrawających. W przypadku braku możliwości obróbki detali w firmie na maszynach NC należy skorzystać z kwalifikowanych kooperantów lub uruchomić technologię alternatywną z zastosowaniem przyrządów specjalnych i konwencjonalnych maszyn.

Oto kilka przykładów procesowych.

W przypadku cięcia detali plazmą lub metodą acetylenowo-tlenową używa się programu do optymalizacji ułożenia części ciętych termicznie na arkuszu blachy, tzw. nestingu.



Rys. 6. Raport rozkładu części do wypalenia

Każda część w bazie ma wykonany „szkic", czyli kształt detalu ze ścieżką cięcia, i opisane cechy, jak gatunek i grubość materiału, rodzaj cięcia termicznego. Program komasuje „szkice części" z różnych zleceń, klasyfikując je wg cech, i układa optymalnie na arkuszu – rys. 6.

Taka metoda pozwala nie tylko zoptymalizować czas cięcia termicznego, ale również ograniczyć do minimum ilość odpadu blachy.

Do obróbki przez toczenie, frezowanie, wiercenie, gwintowanie detali pojedynczych wykorzystywane są obrabiarki NC z panelem do szybkiego programowania bezpośrednio na maszynie, np. Mazatrol – rys. 7.

Rys. 7. Centrum NC z napędzanymi narzędziami i programowaniem Mazatrol

Operator obrabiarki przy wykorzystaniu dostępnej z pulpitu maszyny nakładki szybkiego programowania generuje dla nieskomplikowanych detali program NC.

Szlifowanie średnic wału (wirnika) jest realizowane na podstawie danych wprowadzanych przez operatora, takich jak średnica obrabiana z tolerancją, długość stopnia i odległość od czoła wału. Obróbka jest wykonywana z automatycznym pomiarem wymiaru i błędów kształtu podczas procesu przez moduł pomiarowy Marposs. Dzięki temu maszyna sama koryguje wymiar ze względu na zużycie ściernicy i temperaturę obróbki.

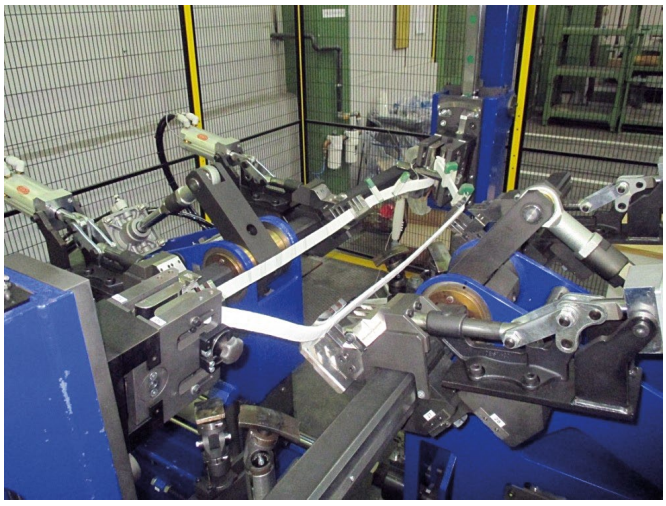
Rys. 8. Szlifowanie stopni wału na wirniku z pomiarem Marposs

W produkcji jednostkowej takie podejście w przypadku prostych operacji obróbczych pozwala lepiej wykorzystywać operatorów bez konieczności angażowania technologa do opracowania programów w CAM-ie.

Optymalne opracowanie technologii detali obwodów elektromagnetycznych jest szczególnie istotne ze względu na złożoność procesu i znaczny koszt ogólny materiałów wchodzących w nie detali.

Detale w produkcji powtarzalnej, takie jak blachy magnetyczne stojana i wirnika, wykonuje się z wykorzystaniem wykrojników. Dla wykonań prototypowych, jeżeli nie można zastosować istniejących wykrojników, optymalnym rozwiązaniem jest wykonanie blach stojana i wirnika ciętych laserem.

Kształtowanie cewek stojana w produkcji seryjnej realizowane jest półautomatycznie, dając powtarzalne detale do zwojenia stojanów.

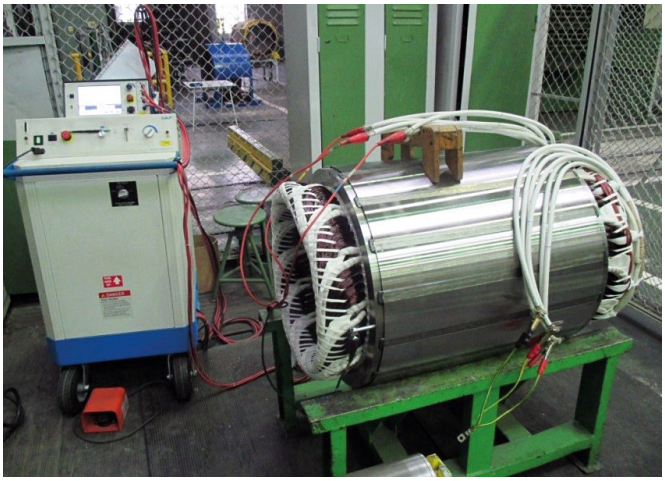


Rys. 9. Rozciąganie cewek stojana

Powtarzalność detali obwodów magnetycznych jest szczególnie istotna ze względu na proces ich składania. Detale i zespoły maszyn elektrycznych są sprawdzane na poszczególnych etapach produkcji w celu weryfikacji poprawności wykonania.

Zmontowane maszyny elektryczne poddawane są próbom finalnym.

Przeprowadzane są próby elektryczne oraz mechaniczne na biegu jałowym, jak również pod obciążeniem.



Rys. 10. Pomiary stojana uzwojonego cyfrowym testerem uzwojeń

3. Podsumowanie i wnioski

Optymalne projektowanie i wytwarzanie maszyn elektrycznych zależy między innymi od:

- unifikacji obliczeń elektromagnetycznego obwodu silnika;
- ilości projektowanych maszyn (produkcja jednostkowa/seryjna);
- unifikacji konstrukcji mechanicznej;
- możliwości parku maszynowego;
- optymalnej technologii wytworzenia;
- sprawdzonych kooperantów;
- bazy detali handlowych.

Kluczowe jest wykorzystywanie posiadanych baz wyrobów, detali, oprzyrządowania specjalnego, znormalizowanych detali handlowych, specjalizowanych maszyn i urządzeń procesowych w celu szybkiego projektowania i wytwarzania maszyn elektrycznych.

Wpływa to bezpośrednio na czas oraz koszt wytworzenia wyrobu finalnego.

Literatura

[1] Hickiewicz J., Weber E., Sadowski P.: *Zygmunt Okoniewski (1877–1936) w 140 rocznicę urodzin*. „Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe" 1/2017.

[2] Bernatt J., Glinka T.: *Problemy konstrukcji maszyn elektrycznych w aktualnych pracach BOBRME KOMEL*. „Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe" 83/2009.

[3] Kratochwil Z.: *Technologia wytwarzania maszyn elektrycznych wirujących*. WNT, Warszawa 1975.

[4] Krawczyk M.: *Wpływ rodzaju materiału na proces wytwarzania detali w Zakładzie Maszyn Elektrycznych EMIT SA*. Konferencja „Młodzi dla Techniki" – Płock 2015 – prezentacja, praca niepublikowana.

dr inż. Marcin Krawczyk
ZME EMIT S.A.
e-mail: marcin.krawczyk@cantonigroup.com

Transformatorowy piec elektryczny

Zbigniew Goryca, Jerzy Stachurski

1. Wstęp

W Polsce zimą w miastach i osiedlach występuje wysokie zanieczyszczenie powietrza, wielokrotnie przekraczające dopuszczalne normy, co przyczynia się do wielorakich chorób i zwiększonej śmiertelność [1]. Główną przyczyną tych zanieczyszczeń jest ogrzewanie budynków przy pomocy pieców wykonanych według starych technologii i spalających paliwa kopalne niskiej jakości lub tanie drewno [2]. Istnieją programy rządowe [3] dofinansowujące zamianę „kopciuchów" na nowoczesne i wysokosprawne piece gazowe lub elektryczne. Jak na razie programy te w niewielkim stopniu poprawiają sytuację, głównie z powodu niskiej zamożności społeczeństwa.

Prezentowany piec jest adresowany do rodzin posiadających domy jednorodzinne i zainteresowanych ekologicznymi sposobami ogrzewania. Wprawdzie ogrzewanie elektryczne jest przy obecnych cenach energii elektrycznej drogie, ale w pełni bezobsługowe, a zaawansowane systemy sterowania sprawiają, że możliwe jest dowolne ustawianie temperatury w każdym pomieszczeniu budynku w dowolnej porze dnia. Obsługa takiego pieca jest dużo mniej uciążliwa, ponieważ nie trzeba go rozpalać, zasypywać paliwa stałego, pilnować, aby nie zgasł, oraz oczyszczać z popiołu (brak kosztów utylizacji popiołu).

2. Konstrukcja i zasada działania pieca transformatorowego

Ogrzewanie elektryczne może być realizowane na wiele sposobów [4]. Najbardziej popularne są piece wyposażone w elektryczne grzałki oporowe. Zaletą takiego rozwiązania jest niska cena związana z dużą produkcją grzałek i powszechną ich dostępnością. Wadą takiego rozwiązania jest wysoka temperatura drutu oporowego grzałki i związana z tym stosunkowo niska żywotność grzałek (przepalanie się drutu). Dodatkowym minusem jest konieczność wykonania dobrej izolacji elektrycznej między drutem grzejnym a obudową grzałki. Izolacja ta ogranicza w znacznym stopniu przepływ ciepła z rozgrzanego drutu do ogrzewanej wody i tym samym obniża sprawność energetyczną pieca.

Drugim dość powszechnie występującym rozwiązaniem są kable grzejne instalowane w podłogach lub ścianach budynku. Tu również izolacja (elektryczna, tynk) pomiędzy rozgrzanym drutem a powietrzem w pomieszczeniu znacznie obniża efektywność wymiany ciepła. Kolejną wadą tego rozwiązania jest konieczność dużego remontu w przypadku awarii kabla grzejnego.

Sposób ogrzewania zastosowany w piecu transformatorowym nie jest rozwiązaniem nowym. Grzanie tego typu – rozgrzewanie materiału na skutek przepływu prądu o dużej wartości – od wielu lat stosuje się w zgrzewarkach, spawarkach i lutownicach transformatorowych.

Streszczenie: W pracy pokazano konstrukcję i pomiary nowoczesnego pieca elektrycznego przeznaczonego do ogrzewania domu jednorodzinnego. Niewielkie wymiary, wysoka sprawność i brak emisji szkodliwych związków chemicznych to główne zalety tego pieca. Dodatkowym atutem jest cicha praca i niezwykle wysoka trwałość pieca związana z brakiem elementów ruchomych, z niezawodnym elektronicznym sterowaniem oraz wymiennikiem ciepła wykonanym ze stali nierdzewnej. Wyniki przeprowadzonych pomiarów pokazują bardzo wysoką sprawność pieca i współczynnik mocy bliski jedynce.

Słowa kluczowe: piec elektryczny, pomiary, sterowanie

TRANSFORMER ELECTRIC FURNACE

Abstract: *The work shows the construction and measurements of a modern electric furnace for heating a single-family house. Small dimensions, high efficiency and no emission of harmful chemicals are the main advantages of this furnace. An additional advantage is the quiet operation and extremely high durability of the furnace due to the lack of moving parts, with electronic control and a heat exchanger made of stainless steel. The results of the measurements performed show the high efficiency of the furnace and the power factor close to one.*

Keywords: electric furnace, measurement, control

W pokazywanym piecu jest zastosowany transformator, w którym uzwojeniem wtórnym jest jeden zwój będący wymiennikiem ciepła [5, 6]. Wymiennik ten wykonany z blachy nierdzewnej ma kształt rury o przekroju prostokątnym. Włączenie zasilania transformatora powoduje przepływ dużego prądu w zwartym zwoju i nagrzewanie wymiennika ciepła. Płynąca w wymienniku woda (lub inny płyn) odbiera ciepło z wymiennika i transportuje je do grzejników. Ze względu na dość dużą moc piec musi być zasilany z sieci trójfazowej. Budowę pieca pokazuje rys. 1.

Głównym elementem pieca jest trójfazowy transformator. Na każdej z trzech kolumn transformatora umieszczone jest uzwojenie pierwotne wykonane w postaci dwóch cewek nawiniętych na karkasach. Między tymi cewkami, na kolumnie transformatora umieszczono uzwojenie wtórne. Jak wspomniano wcześniej, uzwojeniem tym jest zwarty zwój wykonany w postaci rury o przekroju prostokątnym, będący wymiennikiem ciepła. Chłodna woda z obiegu cieplnego doprowadzona jest rurą łączącą dolne części trzech wymienników, a woda nagrzana odprowadzana jest z górnej części wymienników. Wymiennik

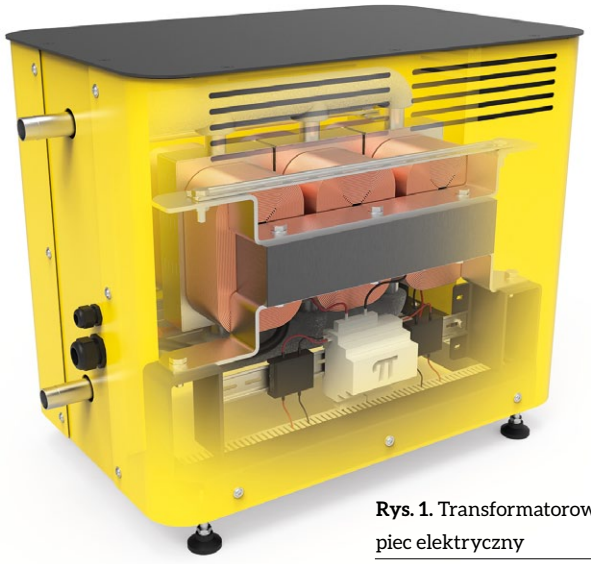
jest odizolowany od rdzenia transformatora oraz od otoczenia materiałem stwarzającym dużą barierę cieplną i dlatego znakomita większość energii cieplnej powstającej w wymienniku przekazywana jest do wody obiegowej.

Załączenie i wyłączenie transformatora zapewniają trzy półprzewodnikowe przekaźniki załączane w zerze, sygnałem pochodzącym ze sterownika. Grzanie wody – załączenie transformatora – następuje wtedy, gdy temperatura wody obiegowej jest niższa od nastawionej wartości. Po osiągnięciu żądanej temperatury transformator zostaje wyłączony, a ponowne jego załączenie następuje po schłodzeniu wody do temperatury określonej histerezą sterownika. Zastosowanie załączanych w zerze przekaźników półprzewodnikowych nie powoduje zakłóceń elektromagnetycznych wpływających na pracę innych odbiorników, a brak iskrzenia styków zapewnia wieloletnią bezobsługową pracę. Wadą tego rozwiązania w stosunku do tradycyjnych styczników jest konieczność odprowadzenia znacznej ilości ciepła wydzielającego się przy załączeniu tych przekaźników. Ponieważ na półprzewodniku występuje spadek napięcia rzędu 1 V, zatem w każdym z nich w warunkach znamionowych (przy prądzie około 15 A) wydziela się około 15 W. Ciepło to rozpraszane jest przez radiator wyposażony w wentylator chłodzący. Wada ta rekompensowana jest wieloletnią bezawaryjną pracą i brakiem iskrzeń przy wyłączaniu transformatora.

Sterownik pieca ma kilka programów pracy zależnych od pory dnia oraz dnia tygodnia, które wybiera użytkownik. Do sterownika podłączone są czujniki zabezpieczające przed przekroczeniem temperatury oraz przed brakiem przepływu wody. Steruje on także pracą zewnętrznych pomp obiegowych (w obiegu CO i CWU).

3. Wyniki badań pieca

Piec został włączony do instalacji grzewczej wyposażonej w typowe pompy obiegowe i podgrzewał wodę CO, jak i CWU. Badania przeprowadzano przez ponad 12 godzin pracy pieca w sezonie grzewczym.



Rys. 1. Transformatorowy piec elektryczny

reklama

NOWIMEX®

NOWIMEX doradza w doborze i dostarcza produkty renomowanych firm z branży automatyki i elektromechaniki przemysłowej:

VAHLE – Systemy zasilania ruchomych odbiorników prądu.
SCHLEGEL – Tablicowy osprzęt sterowniczo-sygnalizacyjny.
LEAB – Systemy zasilania pojazdów ratowniczych, pożarniczych i medycznych w prąd i sprężone powietrze.
TEXELCO – Sygnalizatory świetlne i dźwiękowe.
HUGRO – Dławice do kabli.
BREVETTI – Tworzywowe i stalowe prowadniki kabli.
CATTRON – Przemysłowe systemy zdalnego sterowania radiowego.
MICRO DETECTORS – Szeroka gama czujników.
MARECHAL – Wtykowe złącza przemysłowe i dekontaktory (z wbudowaną funkcją rozłączeniową).

www.nowimex.com.pl
info@nowimex.com.pl

VAHLE STROMZUFÜHRUNGEN · SCHLEGEL ELEKTROKONTAKT · LEAB mobile energy · TEXELCO SAFETY TECHNOLOGY · HUGRO · brevetti stendalto · CATTRON · Micro Detectors · MARECHAL ELECTRIC

Pomiarów elektrycznych dokonywano miernikami analogowym i cyfrowym, pomiaru energii cieplnej dokonano miernikiem HYDROCAL M3, wyliczającym energię cieplną na podstawie pomiarów temperatury wody na wyjściu i wejściu pieca i na podstawie wartości przepływu. Średnie wartości parametrów elektrycznych przeprowadzone miernikiem analogowym (wskazówkowym) QN 10 wynoszą:

- napięcie $U_{śr}$ – 406,7 V;
- prąd $I_{śr}$ – 14,75 A;
- moc czynna $P_{śr}$ – 10,2 kW;
- moc pozorna $S_{śr}$ – 10,39 kVA;
- cos φ – $P_{śr}/S_{śr}$ = 10,2/10,39 = 0,98.

Średnie wartości parametrów elektrycznych przeprowadzone miernikiem cyfrowym UPT210 w ciągu 12 godzin wynoszą:

- napięcie $U_{śr}$ – 411,3 V;
- prąd $I_{śr}$ – 15,4 A;
- energia czynna – 126,1 kWh;
- energia bierna – 28,5 kVArh;
- energia pozorna – 129,2 kVAh;
- cos φ – 126,1/129,2 = **0,976**.

Pomiar energii cieplnej w tym samym czasie:

- E_{cie} – 415 MJ – 115,3 kWh.

Sprawność pieca:

- η – (115,3/126,1) × 100% = 91,4%.

4. Wnioski

Przedstawiony sposób grzania nie jest nowością – lecz opisany piec stanowi pewną nowość technologiczną i wyróżnia się brakiem zawodnych elementów ruchomych oraz wieloletnią bezawaryjną pracą.

Jest jedynym tego typu urządzeniem, na które producent udziela 20-letniej gwarancji.

Przeprowadzone badania pokazują wysoką sprawność pieca (91,4%) i współczynnik mocy bliski jedności (0,976). Piec ma niewielkie wymiary, pracuje cicho i jest bezobsługowy. Jedyną wadą jest jego duża masa – 128 kg – utrudniająca montaż. Jeżeli użytkownik dysponuje odpowiednio niską taryfą na energię elektryczną, to piec ten może stanowić dobrą konkurencję dla kondensacyjnych pieców gazowych. Przy posiadaniu licznika dwutaryfowego i podłączeniu pieca do zbiornika buforowego opłaty za energię elektryczną znacznie spadają. Wodę w zbiorniku buforowym nagrzewamy w godzinach obowiązywania tańszej taryfy, a ze skumulowanego ciepła korzystamy całą dobę.

Dodatkowym atutem jest fakt, że piec ten nie stanowi potencjalnego zagrożenia wybuchem, czego nie da się wykluczyć przy piecach gazowych. Piec ten stanowi także konkurencję dla elektrycznych pieców wyposażonych w grzałki, ponieważ góruje nad nimi trwałością.

Literatura

[1] Treder M.: *Smog zagrożeniem bezpieczeństwa zdrowotnego w Polsce*. „Rocznik Bezpieczeństwa Międzynarodowego" vol. 11, nr 1, 2017.

[2] Kuchcik M., Milewski P.: *Zanieczyszczenie powietrza w Polsce – stan, przyczyny i skutki.* Studia KPZK, 2018 – journals.pan.pl.

[3] https://www.prawo.pl/samorzad/wymiana-kopciuchow-starych-piecow-walka-ze-smogiem-rzadowy,506055.html (2021.01.30).

[4] Strzyżewski J.: *Grzejnictwo elektryczne*. Polcen Oficyna Wydawnicza, Warszawa 2012.

[5] https://kociol-indukcyjny.pl/downloads/kotly-indukcyjne.pdf (2021.01.30).

[6] DTR: https://kociol-indukcyjny.pl/downloads/dtr-π.pdf (2021.01.30).

dr hab. inż. Zbigniew Goryca prof. PŚk – Politechnika Świętokrzyska,
Wydział Inżynierii Środowiska, Geomatyki i Energetyki,
Katedra Inżynierii Budowli i Energii Odnawialnych,
e-mail: tgoryca@kki.net.pl;
mgr inż. Jerzy Stachurski – PPUH Perfopol Sp. z o.o.
e-mail: jerzy.stachurski@perfopol.pl

Porównanie konstrukcji obwodów elektromagnetycznych przemysłowych trójfazowych elektrowibratorów, indukcyjnego i PMSM, o prędkości 1500 obr./min i mocy 2 kW

Robert Rossa, Tomasz Biskup

Streszczenie: Artykuł dotyczy napędów elektrowibracyjnych dwusilnikowych, które są źródłem drgań liniowych sinusoidalnie zmiennych w różnego typu przemysłowych urządzeniach wibracyjnych, jak np. przesiewacze czy przenośniki wibracyjne. W napędach tych stosowane są dwa elektrowibratory pracujące przeciwbieżnie, wyposażone zazwyczaj w trójfazowe silniki indukcyjne klatkowe zasilane bezpośrednio z sieci elektrycznej. Praca przeciwbieżna obu elektrowibratorów jest osiągana dzięki zjawisku samosynchronizacji. Dzięki pracom B+R obecnie pojawiła się możliwość zastosowania w tego typu napędach elektrowibracyjnych silników synchronicznych z magnesami trwałymi (ang. skrót PMSM), zasilanych z dedykowanych przemienników częstotliwości. W artykule porównano konstrukcję obwodu elektromagnetycznego trójfazowego elektrowibratora indukcyjnego o mocy 2 kW i prędkości znamionowej 1500 obr./min z konstrukcją obwodu elektromagnetycznego elektrowibratora wyposażonego w silnik PMSM, zapewniającego osiągnięcie podobnych parametrów w zakresie siły wymuszającej drgania. W oparciu o wyniki obliczeń elektromagnetycznych wykazano, że elektrowibrator z silnikiem PMSM, przy zachowaniu tych samych parametrów obciążenia, w stosunku do elektrowibratora indukcyjnego charakteryzuje się znacząco wyższą sprawnością i jednocześnie mniejszymi wymiarami gabarytowymi i masą. W artykule opisano też inne istotne zalety zastosowania elektrowibratorów PMSM w napędach elektrowibracyjnych dwusilnikowych w porównaniu do napędów z elektrowibratorami indukcyjnymi.

Słowa kluczowe: silnik synchroniczny z magnesami trwałymi, elektrowibrator, napęd elektrowibracyjny

COMPARISON OF ELECTROMAGNETIC CIRCIUT STRUCTERS OF INDUSTRIAL 3-PHASE ELECTRIC VIBRATORS, INDUCTION AND PMSM, WITH SPEED 1500 RPM AND 2KW POWER

Abstract: *The article deals with dual motor electro-vibrating drives, which are the sources of linear sinusoidal vibrations in various types of industrial vibrating devices, like vibrating screens or conveyors. These drives use two counter-rotating electric vibrators, usually equipped with three-phase squirrel-cage induction motors powered directly from the electrical grid. The counter-rotating operation of both electric vibrators is achieved due to the phenomenon of self-synchronization. Thanks to R&D work, now it is possible to use permanent magnet synchronous motors (PMSM) in this type of drives, powered from dedicated frequency converters. The article compares the design of the electromagnetic circuit of a 3-phase induction electric vibrator with a power of 2 kW and a rated speed of 1500 rpm with the design of the electromagnetic circuit of an electric vibrator equipped with a PMSM motor, ensuring similar performance in terms of vibration exciting force. Based on the results of electromagnetic calculations, it has been shown that the electric vibrator with the PMSM motor, while maintaining the same load parameters in relation to the induction electric vibrator, is characterized by significantly higher efficiency and, at the same time, smaller overall dimensions and weight. The article also describes other significant advantages of using PMSM electric vibrators in dual motor electro-vibrating drives, compared to drives with induction electric vibrators.*

Keywords: permanent magnet synchronous motor, electrovibrator, vibrating motor drive

1. Wstęp

W przemysłowych urządzeniach elektrowibracyjnych (przesiewacze, wstrząsarki itp.) często wymagane jest wymuszenie drgań mechanicznych liniowych, sinusoidalnie zmiennych. W dotychczasowych rozwiązaniach napędów elektrowibracyjnych drgania takie są wytwarzane przez dwusilnikowe układy napędowe, w których dwa identyczne elektrowibratory z silnikami indukcyjnymi klatkowymi pracują przeciwbieżnie, tzn. z tą samą prędkością obrotową wirników, lecz z przeciwnymi kierunkami wirowania.

Istotną wadą dotychczasowych rozwiązań dwusilnikowych napędów maszyn elektrowibracyjnych jest to, że praca przeciwbieżna silników indukcyjnych jest osiągana dzięki tzw. zjawisku samosynchronizacji [1, 2], polegającemu na stopniowym samoczynnym synchronizowaniu się prędkości obrotowych silników w trakcie rozruchu napędu. Samosynchronizacja występuje dopiero przy wyższych prędkościach obrotowych silników i może nie zostać osiągnięta w wyniku nawet drobnych wad konstrukcyjnych, montażowych lub materiałowych

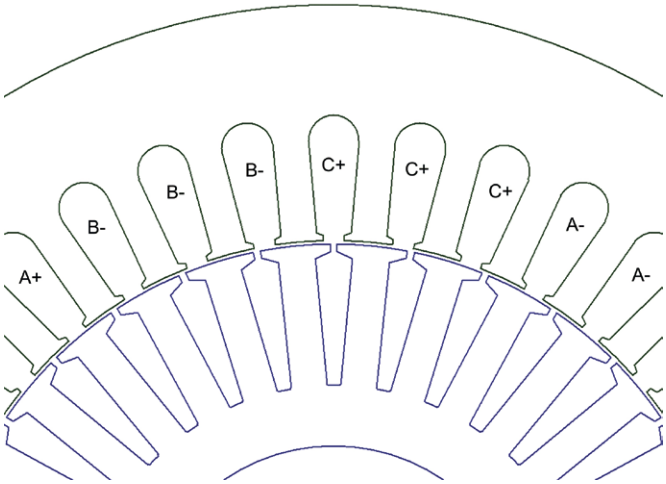
maszyny elektrowibracyjnej. Od początku rozruchu aż do momentu zsynchronizowania się prędkości obrotowych silników zjawisku samosynchronizacji towarzyszą niepożądane drgania maszyny elektrowibracyjnej, o maksymalnej amplitudzie znacznie większej od amplitudy drgań roboczych maszyny, przy czym zarówno amplituda, jak i kierunek tych drgań nie są kontrolowane. Podobne niepożądane zjawiska towarzyszą wyłączeniu dwusilnikowego napędu wibracyjnego z sieci zasilającej.

Przemysłowe napędy elektrowibracyjne są zwykle napędami pracującymi w cyklach wielogodzinnych, dlatego istotnym czynnikiem wpływającym na koszty użytkowania napędu jest sprawność zastosowanych elektrowibratorów. Silniki indukcyjne klatkowe małej mocy charakteryzują się stosunkowo niską sprawnością w porównaniu do innych rodzajów silników elektrycznych dostępnych aktualnie na rynku, a zwłaszcza w stosunku do silników synchronicznych z magnesami trwałymi (ang. skrót PMSM). Ponadto silnik PMSM o tym samym gabarycie co silnik indukcyjny charakteryzuje się znacznie wyższą gęstością momentu, co w przypadku zastosowania silnika PMSM zamiast silnika indukcyjnego do napędu elektrowibratora o określonej sile wymuszającej drgania (narzucona prędkość drgań oraz wymiary i masa przeciwwag montowanych na obu końcach wału elektrowibratora) powinno skutkować zmniejszeniem objętości i masy obwodu elektromagnetycznego elektrowibratora.

W artykule porównano konstrukcję obwodu elektromagnetycznego trójfazowego elektrowibratora indukcyjnego o mocy 2 kW i prędkości znamionowej 1500 obr./min z konstrukcją obwodu elektromagnetycznego elektrowibratora wyposażonego w silnik PMSM, zapewniającego osiągnięcie podobnych parametrów w zakresie siły wymuszającej drgania. W oparciu o wyniki obliczeń elektromagnetycznych wykazano, że elektrowibrator z silnikiem PMSM, przy zachowaniu tych samych parametrów obciążenia, w stosunku do elektrowibratora indukcyjnego charakteryzuje się znacząco wyższą sprawnością i jednocześnie mniejszymi wymiarami gabarytowymi i masą. W artykule opisano także inne istotne zalety zastosowania elektrowibratorów z silnikami PMSM w przemysłowych napędach elektrowibracyjnych dwusilnikowych w stosunku do napędów z elektrowibratorami indukcyjnymi.

2. Obwód elektromagnetyczny elektrowibratora indukcyjnego

Do porównania konstrukcji obwodów elektromagnetycznych wybrano dostępny komercyjnie na rynku elektrowibrator indukcyjny 3-fazowy, 4-biegunowy, o mocy znamionowej 2,5 kW (moc pobierana) i prędkości synchronicznej 1500 obr./min. Stojan uzwojony elektrowibratora indukcyjnego nie odbiega konstrukcyjnie od stojanów innych zbliżonych mocą i prędkością silników indukcyjnych. Rdzeń stojana wykonany jest jako pakietowany z blach elektrotechnicznych prądnicowych. Uzwojenie stojana jest klasycznym uzwojeniem 3-fazowym, z cewkami rozłożonymi quasi-sinusoidalnie. W przypadku wybranego elektrowibratora indukcyjnego jest to uzwojenie wykonane jako jednowarstwowe, o liczbie żłobków na biegun i fazę $q = 3$.



Rys. 1. Fragment przekroju obwodu elektromagnetycznego silnika indukcyjnego do przemysłowego elektrowibratora 1500 obr./min, 2 kW

Wirnik wybranego elektrowibratora indukcyjnego posiada uzwojenie jednoklatkowe, odlewane z aluminium. Zastosowano nieskomplikowany kształt żłobka, pokazany na rysunku 1, skutkujący stosunkowo płaską charakterystyką elektromechaniczną momentu w funkcji poślizgu lub prędkości obrotowej wirnika, z momentem rozruchowym $T_l = 38$ N·m i momentem krytycznym $T_b = 46$ N·m (wartości obliczone). W wirniku zastosowano 32 żłobki, wykonane ze skosem o jedną podziałkę żłobkową wirnika.

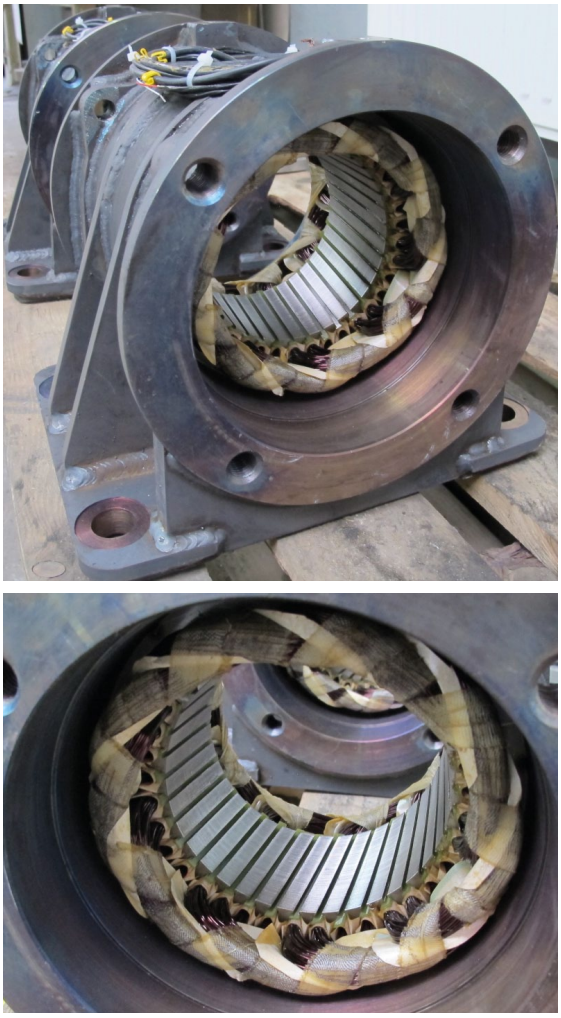
Podstawowe dane konstrukcyjne obwodu elektromagnetycznego elektrowibratora indukcyjnego o mocy znamionowej (pobieranej) 2,5 kW zestawiono w tabeli 1.

3. Obwód elektromagnetyczny elektrowibratora PMSM

Silnik PMSM, mający być odpowiednikiem dla silnika w elektrowibratorze indukcyjnym, zaprojektowano z zachowaniem tej samej średnicy zewnętrznej rdzenia magnetycznego stojana oraz tej samej średnicy wewnętrznej rdzenia wirnika do jego osadzenia na wale. Dzięki temu w początkowym etapie prac badawczych możliwe było wykorzystanie wybranych podzespołów z seryjnie produkowanego elektrowibratora indukcyjnego. Silnik PMSM oznaczono typem SMwsK112S6.

Tak jak opisany w punkcie 2 silnik indukcyjny, także silnik PMSM jest maszyną trójfazową, z uzwojeniem stojana rozłożonym quasi-sinusoidalnie. Zastosowano uzwojenie jednowarstwowe, o liczbie żłobków na biegun i fazę $q = 2$ (rys. 2). Silnik PMSM nie jest wyposażony w klatkę rozruchową w wirniku, zatem dla jego poprawnej pracy niezbędne jest zasilanie z odpowiednio zaprogramowanego przemiennika częstotliwości. Układ izolacyjny uzwojenia stojana dostosowano do takiego zasilania. W stojanie (tworniku) silnika PMSM zastosowano skos żłobków uzwojenia o jedną pełną podziałkę żłobkową (rys. 2) w celu zminimalizowania niepożądanego zjawiska tzw. momentu zaczepowego [3–8].

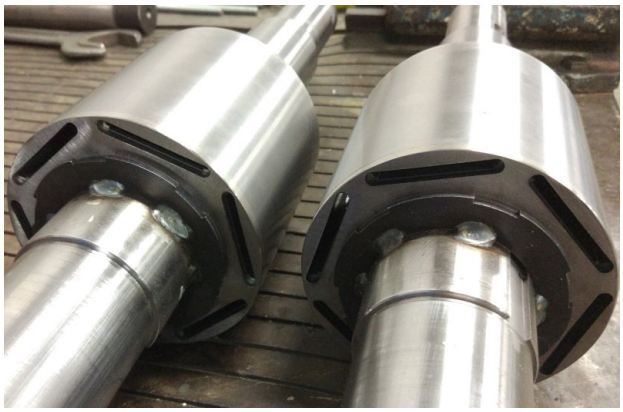
Silnik PMSM zaprojektowano jako maszynę o liczbie biegunów magnetycznych $2p = 6$. Zastosowanie sześciu zamiast



Rys. 2. Uzwojony stojan silnika PMSM osadzony w korpusie stalowym spawanym. Uzwojenie rozłożone quasi-sinusoidalnie, jednowarstwowe, 2 żłobki na biegun i fazę, skos żłobków stojana o pełną podziałkę żłobkową

Tabela 1. Zestawienie podstawowych danych konstrukcyjnych obwodów elektromagnetycznych silników indukcyjnego i PMSM do zastosowania w elektrowibratorze o mocy 2 kW

	Silnik indukcyjny	Silnik PMSM
liczba biegunów	4	6
średnica zewnętrzna rdzenia stojana [mm]	175	175
średnica wewnętrzna stojana [mm]	110	115
długość czynna rdzenia [mm]	110	70
liczba żłobków stojana	36	36
skos żłobków uzwojenia stojana	brak	10 °mech.
szczelina powietrzna [mm]	0,5	0,7
liczba żłobków uzwojenia wirnika	32 (ze skosem)	brak
średnica wału pod pakietem wirnika [mm]	60	60
masa rdzenia stojana [kg]	9,0	5,2
masa miedzi w uzwojeniu stojana (obliczona) [kg]	2,9	2,4
masa rdzenia wirnika [kg]	4,1	3,2
masa klatki wirnika [kg]	1,1	–
masa magnesów trwałych (obliczona) [kg]	–	0,6
całkowita masa obwodu elektromag. (obliczona) [kg]	17,1	11,4

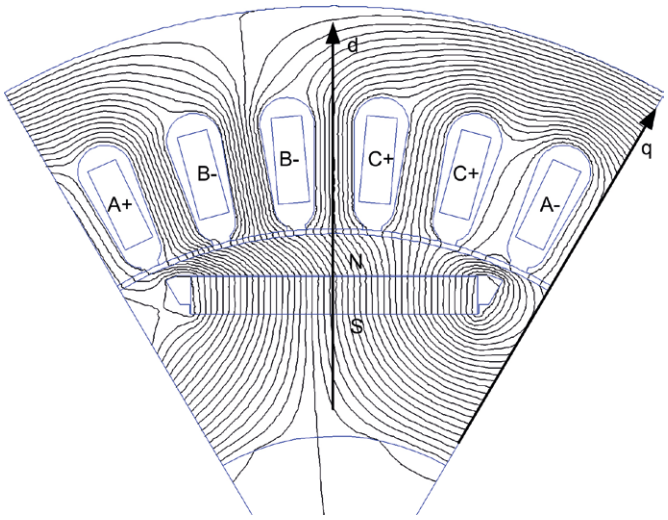


Rys. 3. Wirniki modelowych silników PMSM do elektrowibratorów o mocy 2 kW. Przy zastosowanym sposobie rozmieszczenia magnesów trwałych zwiększenie liczby biegunów skutkuje zmniejszeniem objętości i masy nabiegunników oraz pojedynczego magnesu trwałego

czterech biegunów magnetycznych wynika tu z korzystniejszego pod względem mechanicznym kształtu wykroju blach rdzenia magnetycznego wirnika. Z uwagi na stosunkowo dużą średnicę wału w silnikach do elektrowibratorów wysokość rdzenia wirnika mierzona od wału do szczeliny powietrznej jest niewielka. Korzystne jest więc zastosowanie rozmieszczenia magnesów trwałych w obrębie podziałki biegunowej wirnika w postaci jednego magnesu płaskiego umiejscowionego możliwie blisko średnicy zewnętrznej wirnika, jak to pokazano na rysunkach 3 i 4.

Przy rozmieszczeniu magnesów trwałych w wirniku jak na rysunku 3 zwiększenie liczby biegunów skutkuje zmniejszeniem objętości i masy nabiegunników, tj. fragmentów rdzenia wirnika znajdujących się pomiędzy magnesami a szczeliną powietrzną, oraz zmniejszeniem objętości i masy każdego z magnesów. Z uwagi na drgania elektrowibratora zmniejszenie masy nabiegunnika i magnesu jest korzystne z punktu widzenia trwałości silnika PMSM, gdyż znacząco zmniejszają się narażenia mechaniczne działające na mostki magnetyczne w rdzeniu wirnika obecne przy zewnętrznych krawędziach gniazd do osadzenia magnesów.

Sześć biegunów magnetycznych w wirniku silnika PMSM wykonano na bazie magnesów trwałych z domieszkami pierwiastków ziem rzadkich NdFeB, typ N42UH. Magnesy NdFeB doskonale nadają się do zastosowania w aplikacjach, w których są one narażone na drgania mechaniczne o znacznej amplitudzie i częstotliwości, gdyż poza sytuacjami skutkującymi mechanicznym uszkodzeniem magnesu (np. pęknięcie wskutek naprężeń mechanicznych), drgania mechaniczne mają



Rys. 4. Przekrój poprzeczny 1/6 obwodu elektromagnetycznego modelowego elektrowibratora z silnikiem PMSM typu SMwsK112S6, z pokazanymi liniami ekwipotencjalnymi pola magnetycznego przy pracy znamionowej

znikomy wpływ na stabilność właściwości magnetycznych tych magnesów [9].

Jako że silnik elektrowibratora PMSM nie posiada klatki rozruchowej w wirniku, do jego rozruchu i poprawnej pracy niezbędny jest dedykowany przemiennik częstotliwości. Konstrukcję i sposób sterowania odpowiedniego przekształtnika AC/DC/AC, przeznaczonego do zastosowania w napędach elektrowibracyjnych dwusilnikowych, przedstawiono w [10]. Dzięki zasilaniu z przemiennika częstotliwości prędkość obrotowa silnika PMSM może być regulowana w szerokim zakresie. Dla wykonanego w ramach projektu PBS napędu elektrowibracyjnego, w którym przeciwbieżnie pracują dwa egzemplarze opisanego tu silnika PMSM sterowane wg algorytmu podanego w [10], zakres regulacji prędkości to 0–1800 obr./min.

Sterowanie pozycją wirników w dwusilnikowym napędzie elektrowibracyjnym opisanym w patencie [10] realizowane jest z wykorzystaniem enkoderów inkrementalnych. Sposób montażu enkoderów w wykonanych modelowych elektrowibratorach z silnikami PMSM pokazano na rysunku 5.

4. Porównanie wybranych obliczonych parametrów elektrowibratorów indukcyjnego i PMSM

W tabeli 2 zestawiono wybrane wyniki obliczeń elektromagnetycznych przeprowadzonych dla silników indukcyjnego i jego odpowiednika PMSM, przeznaczonych do zastosowania w elektrowibratorach o mocy ok. 2 kW. Obliczenia przeprowadzono dla prędkości synchronicznej 1500 obr./min.

Z porównania wyników obliczeń elektromagnetycznych zamieszczonych w tabeli 2 wynika, że:

- stosując w elektrowibratorze silnik PMSM w miejsce silnika indukcyjnego, długość czynną obwodu elektromagnetycznego można znacząco zmniejszyć, w analizowanym przykładzie elektrowibratora o mocy 2 kW zmniejszono długość rdzenia ze 110 mm do 70 mm, tj. o ok. 36%;

Rys. 5. Sposób zamocowania enkoderów inkrementalnych na modelowych elektrowibratorach z silnikami PMSM

Tabela 2. Zestawienie wybranych wyników obliczeń elektromagnetycznych silników indukcyjnego i PMSM do zastosowania w elektrowibratorze o mocy 2 kW

	Silnik indukcyjny	Silnik PMSM
prędkość obr., n [1/min]	1445	1500
częstotliwość, f [Hz]	50	75
prąd zasilania, I_1 [Arms]	5,2	4,65
napięcie zasil., U [Vrms]	400	287
moc na wale, P_2 [W]	2010	2000
moc wejściowa, P_1 [W]	2512	2240
straty Cu stojana dP_{Cu1} [W]	262	103
straty w klatce wir. dP_{Al} [W]	90	–
straty w rdzeniu, dP_{Fe} [W]	40	27
straty mech. i dodatkowe [W]	110	110
suma strat, dP [W]	502	240
sprawność, η [%]	80,0	89,3
współczynnik mocy, cosφ [–]	0,69	0,97
moment na wale, T [N·m]	13,3	12,7
moment max., T_{max} [N·m]	46	73 (35)*
prąd przy T_{max}, I_{1max} [Arms]	22	22 (11)*

*przy tym samym prądzie obciążenia jak dla silnika indukcyjnego 22 Arms silnik PMSM wytwarza znacznie wyższy moment, natomiast maksymalny prąd przemiennika w modelowym napędzie wibracyjnym dwusilnikowym był ograniczony do ok. 11 Arms

- mimo zmniejszenia długości obwodu elektromagnetycznego sprawność elektrowibratora z silnikiem PMSM powinna być znacząco wyższa od sprawności elektrowibratora indukcyjnego, w analizowanym przykładzie obliczona sprawność silnika PMSM jest o 9,3 punktu procentowego wyższa od sprawności odpowiedniego elektrowibratora indukcyjnego;
- po uwzględnieniu sprawności przemiennika częstotliwości ok. 98%, obliczona sprawność modelowego napędu elektrowibracyjnego z dwoma silnikami PMSM wynosi ok. 87,5% i jest nadal znacząco wyższa od sprawności napędu z silnikami indukcyjnymi;
- pomimo znacznego zmniejszenia długości rdzenia silnik PMSM nadal charakteryzuje się wyższą chwilową przeciążalnością momentem, należy jednak wziąć pod uwagę ewentualne ograniczenie momentu maksymalnego napędu

z silnikami PMSM wynikające z dopuszczalnej obciążalności prądowej przemiennika częstotliwości.

Analizując dane z tabeli 2, można stwierdzić, że istotnymi zaletami wynikającymi z zastosowania w przemysłowych napędach elektrowibracyjnych silników PMSM w miejsce dotychczas stosowanych silników indukcyjnych, są:

- znaczące zmniejszenie energochłonności urządzeń elektrowibracyjnych, zwłaszcza pracujących w ruchu ciągłym;
- zmniejszenie gabarytu i masy napędów elektrowibracyjnych, zwłaszcza dwusilnikowych.

Kolejne istotne zalety zastosowania w dwusilnikowych napędach elektrowibracyjnych silników PMSM zamiast indukcyjnych są związane z wyeliminowaniem zjawiska samosynchronizacji. W napędach z silnikami PMSM sterowanych wg algorytmu podanego w patencie [10] praca przeciwbieżna obu silników jest zapewniona od startu aż do zatrzymania napędu, a zaletami tego są:

- zdecydowanie poprawiona kultura pracy napędu elektrowibracyjnego poprzez wyeliminowanie lub ograniczenie niepożądanych, niekontrolowanych drgań i hałasu urządzeń wibracyjnych w trakcie ich rozruchu oraz zatrzymania;
- możliwość zastosowania lżejszych i mniejszych gabarytowo konstrukcji przemysłowych urządzeń wibracyjnych;
- poprawione bezpieczeństwo użytkowania i obsługi urządzeń wibracyjnych;
- zwiększona trwałość napędzanych urządzeń wibracyjnych.

Ponadto opisany w patencie [10] sposób sterowania dwoma silnikami PMSM wprowadza nowe funkcjonalności przemysłowych dwusilnikowych napędów elektrowibracyjnych:

- możliwość zmiany kierunku generowanych drgań liniowych;
- możliwość regulacji prędkości obrotowej napędu wibracyjnego w szerokim zakresie (zmiana częstotliwości drgań i tym samym parametrów przesiewania, szybkości transportu materiału);
- możliwość zadawania cyklu pracy napędu wibracyjnego, z uwzględnieniem zmian prędkości napędu i kierunku generowanych drgań, możliwość zaprogramowania i wywoływania z pamięci sterownika różnych wcześniej zaprogramowanych cykli pracy napędu.

Powyższe nowe funkcjonalności dwusilnikowych napędów elektrowibracyjnych mogą być przydatne w bazujących na drganiach liniowych procesach przetwarzania materiałów trudnoodsiewalnych, gdzie klasyczne napędy wibracyjne są mało efektywne (zwiększenie wydajności przesiewania dla pewnej grupy materiałów).

5. Podsumowanie

Opisane w artykule rozwiązanie modelowego elektrowibratora, z silnikiem PMSM zamiast silnika indukcyjnego, jest przeznaczone głównie do napędów elektrowibracyjnych dwusilnikowych, gdzie dwa identyczne elektrowibratory PMSM są zasilane z dedykowanego przemiennika częstotliwości i pracują przeciwbieżnie od startu aż do zatrzymania, z możliwością zmiany cyklu pracy napędu wibracyjnego (zmiana prędkości lub kierunku generowanych mechanicznych drgań liniowych).

W oparciu o zaproponowane rozwiązanie napędu elektrowibracyjnego, bazujące na dwóch silnikach PMSM, można opracować i wdrożyć przemysłowe urządzenia elektrowibracyjne dostosowane do specyficznych wymagań klienta, charakteryzujące się lżejszą konstrukcją i zmniejszonymi wymiarami gabarytowymi oraz znacznie wyższą sprawnością napędu elektrowibracyjnego w stosunku do rozwiązań dostępnych obecnie na rynku.

Literatura

[1] Rossa R.: *Nowa generacja wysokosprawnych elektrowibratorów do urządzeń wibracyjnych.* „Napędy i Sterowanie" 12/2018.

[2] Engel Z.: *Badania synchronizacji i samosynchronizacji wibratorów mechanicznych.* „Mechanika Teoretyczna i Stosowana" tom 5, zeszyt 4, PWN, Warszawa 1967.

[3] Bianchini C., Immovilli F., Lorenzani E., Bellini A. and Davoli M.: *Review of Design Solutions for Internal Permanent-Magnet Machines Cogging Torque Reduction* in IEEE Trans. on Magn., vol. 48, no. 10, Oct. 2012.

[4] Zhu L., Jiang S., Zhu Z., and Chan C.: *Analytical methods for minimizing cogging torque in permanent-magnet machines*. IEEE Trans. on Magn., vol. 45, no. 4, Apr. 2009.

[5] Dosiek L., Pillay P.: *Cogging torque reduction in permanent magnet machines*. IEEE Trans. on Ind. Appl., vol. 43, no. 6, Nov.–Dec. 2007.

[6] Zhu Z., Ruangsinchaiwanich S., Schofield N., Howe D.: *Reduction of cogging torque in interior-magnet brushless machines.* IEEE Trans. on Magn., vol. 39, no. 5, Sep. 2003.

[7] Kang G.-H., Hur J.: *Analytical prediction and reduction of the cogging torque in interior permanent magnet motor* in Proc. IEEE Int. Conf. Electric Machines and Drives, May 2005.

[8] Nadolski R., Gawęcki Z.: *Analiza możliwości zmniejszenia momentu zaczepowego w silniku bezszczotkowym prądu stałego*. „Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe" 4(108)/2015.

[9] *Magnet Guide & Tutorial*, https://www.allianceorg.com/pdfs/Magnet_Tutorial_v85_1.pdf.

[10] Patent do zgłoszenia nr P.426170, Paciorek K., Biskup T., Rossa R., Glinka T.: *Układ napędowy dwusilnikowy maszyn elektrowibracyjnych oraz sposób jego rozruchu i sterowania w czasie pracy.*

Informacje dodatkowe

Projekt „Nowa generacja wysokosprawnych elektrowibratorów do urządzeń wibracyjnych", współfinansowany ze środków NCBiR w ramach Programu Badań Stosowanych, zgodnie z umową: PBS3/B4/15/2015.

dr inż. Robert Rossa
e-mail: robert.rossa@komel.lukasiewicz.gov.pl
Sieć Badawcza Łukaszewicz Instytut Napędów i Maszyn Elektrycznych KOMEL

dr inż. Tomasz Biskup
e-mail: t.biskup@enel-pc.pl
ENEL-PC Sp. z o.o.

artykuł recenzowany

Wpływ warunków ruchu drogowego na zużycie energii przez samochód elektryczny

Anna Skarbek-Żabkin, Tomasz Szczepański

Wprowadzenie

Rozwój elektromobilności staje się coraz bardziej dynamiczny. Z roku na rok kolejni producenci samochodów włączają do swojej oferty pojazdy zasilane prądem, a w społeczeństwie samochody tego typu budzą coraz większe zainteresowanie.

Warto przy tym podkreślić, że elektromobilność to nie tylko nowa moda w motoryzacji, ale przede wszystkim duża zmiana technologiczna. Wyzwania w tym względzie dotyczą nie tylko producentów pojazdów, ale także jednostek wytwarzających energię elektryczną, dystrybutorów prądu, producentów ładowarek i wiele innych podmiotów. Powstają nowe wyzwania dla diagnostów samochodowych, rzeczoznawców oraz dla pracowników serwisów.

W samych samochodach także można zauważyć duże zmiany. Największy punkt zainteresowań przenosi się z napędu pojazdu na magazynowanie energii. Dotychczas, w samochodach spalinowych, najtrudniejszym wyzwaniem było dopracowanie napędu, aby zapewnić pojazdowi dobre właściwości użytkowe, dynamikę ruchu, ograniczyć zużycie paliwa i utrzymać się w wyznaczonych normach emisji spalin. Magazynowanie energii w postaci chemicznej, jako paliwa, było w tym przypadku prostym zagadnieniem. Tymczasem w pojazdach elektrycznych sam napęd daje większe możliwości i nie stanowi problemu tak złożonego i pełnego sprzecznych wymagań. Trudność występuje jednak przy konstruowaniu wydajnych akumulatorów, zarówno pod względem ich pojemności elektrycznej, masy, prądu ładowania i rozładowania oraz trwałości, jak i pod względem ceny czy właściwości ekologicznych w całym cyklu istnienia.

Streszczenie: W artykule przedstawiono bieżące wyniki badań prowadzone przez Instytut Transportu Samochodowego przy współpracy z firmą Tesla Warszawa. Badania obejmują szereg jazd testowych w rzeczywistych warunkach ruchu drogowego, wykonywanych na terenie miasta Warszawy oraz na terenach podmiejskich. Obiektami badań są samochody Tesla Model S oraz Model X. Opracowanie wyników dotyczy analizy czynnikowej i korelacyjnej w odniesieniu do parametrów opisujących warunki drogowe oraz ich wpływu na zapotrzebowanie energetyczne samochodu. Ponadto przygotowano model matematyczny uwzględniający między innymi zjawiska trakcyjne występujące przy kontakcie opony z nawierzchnią drogi, wpływ warunków atmosferycznych oraz styl jazdy reprezentowany przez różnych kierowców. Model ten został zweryfikowany na podstawie prowadzonych testów drogowych. Podstawowym celem badań jest określenie, jakie charakterystyczne warunki pracy akumulatora są wymuszane przez eksploatację samochodu elektrycznego w rzeczywistym ruchu drogowym. Mają na to wpływ takie czynniki, jak: natężenie ruchu, styl jazdy kierowcy, nawierzchnia drogi, warunki pogodowe oraz parametry techniczne pojazdu. Sposób ładowania i rozładowywania akumulatora w czasie jazdy różni się bowiem znacząco od ładowania i rozładowywania w warunkach laboratoryjnych. Dlatego testy drogowe mają za zadanie pokazać, jak w praktyce funkcjonuje akumulator pojazdu elektrycznego.

Słowa kluczowe: samochód elektryczny, baterie litowo-jonowe, testy drogowe

THE IMPACT OF TRAFFIC CONDITIONS ON THE ENERGY CONSUMPTION BY AN ELECTRIC CAR

Abstract: *The article presents current research results conducted by the Motor Transport Institute in cooperation with Tesla Warszawa company. The tests include a number of test drives in real road conditions, realized in the city of Warsaw and in suburban areas. The test objects are Tesla Model S and Model X cars. The results are developed for factor and correlation analysis regarding the parameters describing road conditions and their impact on the energy demand of the car. In addition, the prepared mathematical model includes, among others, traction phenomena that occur when the tire contacts with road surface, weather conditions and driving style represented by different drivers. This model has been verified on the basis of realized road tests. The main purpose of the research is to define what characteristic battery conditions are enforced by operating an electric car in real traffic. It is influenced by such factors as: traffic density, driver's driving style, road surface, weather conditions and technical parameters of the vehicle. The method of charging and discharging the battery while driving varies significantly from loading and unloading in laboratory conditions. Therefore, road tests are meant to show how the battery of an electric vehicle functions in practice.*

Keywords: electric car, lithium-ion battery, road tests

Zmiana w wyzwaniach technologicznych wiąże się ze zmianą w procesach badawczych. Każda nowa technologia wymaga bowiem zachowania specyficznych środków bezpieczeństwa, przestrzegania warunków eksploatacji sprzyjających bezawaryjnej i wydajnej pracy urządzeń, a także wyznaczania norm zapewniających odpowiednią jakość konstrukcji. Istotne jest więc opracowywanie nowych metod badawczych, dedykowanych szybko rozwijającym się technologiom stosowanym w samochodach elektrycznych [7].

W związku z faktem, że jednym z najważniejszych elementów samochodu staje się akumulator, w ramach prac badawczych właśnie jemu należałoby poświęcić szczególną uwagę. Można w tym względzie wymienić co najmniej cztery grupy badań. Pierwsza z nich dotyczy względów bezpieczeństwa, w tym wycieku niebezpiecznych substancji lub emisji gazów, łatwości zapłonu czy zabezpieczenia przed wysokim napięciem elektrycznym. Do drugiej grupy można zaliczyć badania związane z właściwościami eksploatacyjnymi. To od nich zależy realny zasięg całego samochodu, szybkość ładowania czy dostępna moc pojazdu. Trzecia grupa badań obejmuje problemy ograniczonej trwałości baterii, czyli pogarszania się jej właściwości eksploatacyjnych w czasie. Czwarta, ostatnia grupa badań dotyczy natomiast procesów produkcji i unieszkodliwiania akumulatora, a więc jest istotna pod względem ekonomicznym [3]. W niniejszym artykule zostaną opisane badania przeprowadzone w kontekście właściwości eksploatacyjnych.

Istnieją oczywiście sprawdzone metody pomiaru wielu parametrów eksploatacyjnych akumulatorów. Koncentrują się one głównie na rozładowywaniu akumulatora w warunkach statycznych, za pomocą kilku wybranych wartości prądu rozładowania, co pozwala na opracowanie odpowiedniej charakterystyki informującej o pojemności elektrycznej oraz sprawności. Warto jednak zauważyć, że w czasie rzeczywistej eksploatacji samochodu elektrycznego w warunkach ruchu drogowego praca akumulatora ma charakter dynamiczny. Prąd rozładowania zmienia się w czasie, a dodatkowo rozładowanie akumulatora jest przeplatane z jego ładowaniem w czasie hamowania pojazdu dzięki rekuperacji energii hamowania. Cykle ładowania i rozładowania mogą więc występować naprzemiennie nawet w okresach kilkusekundowych. Dynamiczne warunki pracy mogą w sposób istotny zmieniać na przykład rzeczywistą pojemność baterii. Dlatego wydaje się uzasadnione prowadzenie badań operacyjnych akumulatora w rzeczywistych warunkach eksploatacyjnych lub w warunkach zbliżonych, odwzorowujących użytkowanie w czasie jazdy [3, 8].

Powstała koncepcja opracowania testu laboratoryjnego dla akumulatorów samochodów elektrycznych analogicznego do hamownianych testów silnikowych. W testach prowadzonych na silnikach spalinowych wyróżnić można testy statyczne, informujące o podstawowych cechach użytkowych, oraz dynamiczne, wykorzystywane zazwyczaj w procedurach homologacyjnych. Te drugie bywają najczęściej przeprowadzane na hamowni podwoziowej, gdzie cały pojazd umieszczany jest na rolkach. Jednak w przypadku samochodów ciężarowych dopuszczalne jest badanie wymontowanego silnika na hamowni silnikowej. Badanie wciąż jednak ma charakter dynamiczny. Realizowany jest test obejmujący zadany przebieg prędkości obrotowej i obciążenia silnika. Takie warunki mają symulować sytuację napędzania pojazdu znajdującego się w rzeczywistym ruchu miejskim. Ocenie podlegają sumaryczne zużycie paliwa oraz sumaryczna emisja wybranych składników spalin w czasie całego cyklu hamownianego [2, 3].

W przypadku badań akumulatora stanowisko laboratoryjne odwzorowywałoby przebieg obciążenia elektrycznego, symulujący typową eksploatację w ruchu drogowym. Oznaczałoby to, że akumulator w trakcie testu byłby okresowo ładowany (tak jak podczas odzysku energii hamowania). Ocenie podlegałaby całkowita pojemność akumulatora zmierzona po doprowadzeniu do jego granicznego rozładowania.

W badaniach homologacyjnych silników spalinowych można wyróżnić dwa podejścia do opracowywanych przebiegów prędkości obrotowej i obciążenia: syntetyczne i rzeczywiste. W pierwszym przypadku przebiegi mają charakter teoretyczny. Obejmują przyspieszenie do zadanej prędkości, utrzymanie tej prędkości przez zadaną liczbę sekund oraz wyhamowanie pojazdu. Cykl jezdny obejmuje sekwencję kilkudziesięciu takich manewrów. Charakteryzują się one prostą budową, ale przy tym w niedoskonały sposób odwzorowują faktyczne realia panujące w warunkach drogowych. Natomiast w drugim przypadku przebiegi stanowią odwzorowanie rzeczywistych warunków, zarejestrowanych z przejazdów w ruchu drogowym. Wydaje się, że właśnie to ostatnie podejście powinno zostać wykorzystane przy opracowaniu testów laboratoryjnych dla akumulatorów samochodów elektrycznych, ponieważ mają one w możliwie największym stopniu odzwierciedlać pracę akumulatora w czasie rzeczywistej eksploatacji [2].

Do realizacji powyższego celu można wykorzystać istniejące już testy jezdne, wyznaczając jedynie w sposób teoretyczny, jak będzie kształtować się przebieg mocy na wyjściu z akumulatora. Trzeba jednak podkreślić, że specyfika ruchu samochodu elektrycznego może różnić się od sposobu poruszania się klasycznego pojazdu. Ma na to wpływ inna charakterystyka napędu, w tym: stosunkowo duża moc, stały moment obrotowy, brak zmiennych przełożeń, jak również układ hamowania pozwalający na odzysk energii, zachęcający do bardziej powolnego zmniejszania prędkości [3]. W kontekście tych różnic uzasadniona wydaje się potrzeba zarejestrowania nowych przebiegów opisujących ruch samochodu elektrycznego w rzeczywistych warunkach drogowych.

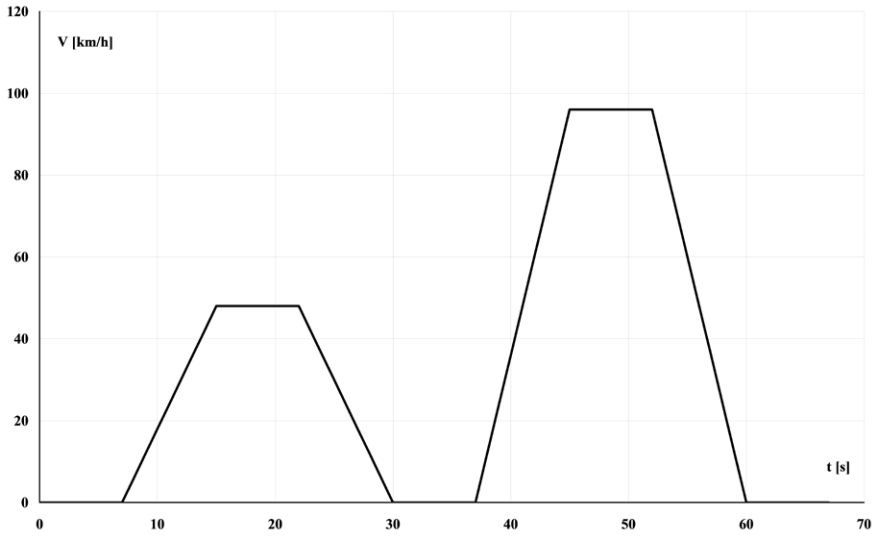
Wobec powyższych spostrzeżeń i założeń postanowiono przeprowadzić badania obejmujące specyfikę ruchu pojazdu elektrycznego w ruchu miejskim. Ponadto opracowano model matematyczny opisujący pracę układu napędowego takiego samochodu w celu wyznaczenia warunków pracy akumulatora. Na podstawie wyników z przeprowadzonych badań drogowych wykonano identyfikację parametrów modelu i przedstawiono przykładowe przebiegi

obciążenia elektrycznego akumulatora samochodu elektrycznego.

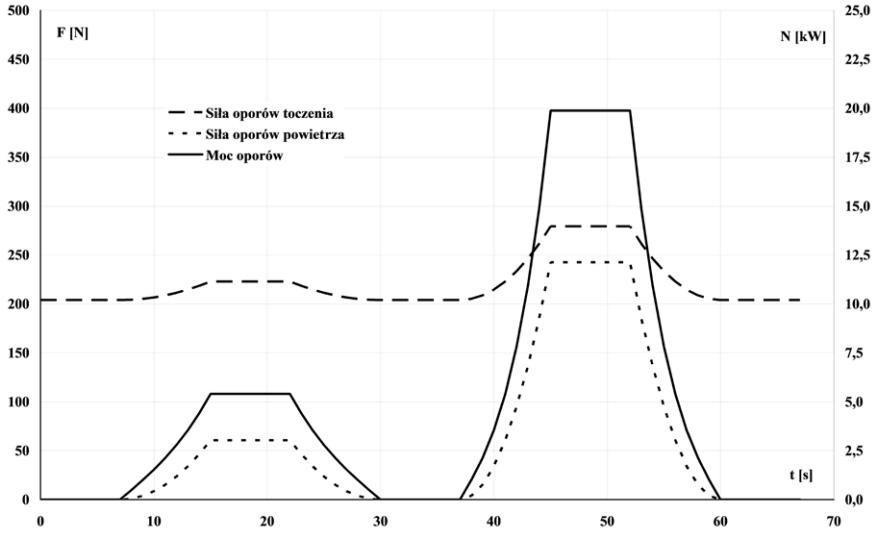
Model matematyczny napędu elektrycznego

Zadaniem modelu jest wyznaczanie przebiegu mocy pobieranej z akumulatora (oraz na przemian dostarczanej do niego) na podstawie przebiegu prędkości jazdy samochodu, przy znajomości podstawowych parametrów użytkowych pojazdu, stanowiących parametry modelu. Powinien więc opisywać najważniejsze zjawiska fizyczne występujące podczas przekształcania energii zawartej w baterii w energię potrzebną do napędu kół jezdnych. Wśród tych zjawisk można wymienić: opory toczenia wynikające z kontaktu opony z nawierzchnią drogi, opory aerodynamiczne samochodu, energię potrzebną do zmiany prędkości samochodu, ograniczoną sprawność urządzeń transmitujących energię mechaniczną, ograniczoną sprawność urządzeń przekształcających energię elektryczną, odzyskiwanie energii hamowania i ograniczenia występujące przy tym odzysku, nakładanie się energii oporów na energię napędu pojazdu oraz energii odzyskiwanej podczas hamowania. Ze względu na zmienny charakter powyższych zjawisk w czasie zostały one sprowadzone do mocy, stanowiącej odniesienie jednostki energii do jednostki czasu.

W celu zobrazowania funkcjonowania modelu powyższe zjawiska zostaną zaprezentowane na przykładzie teoretycznego przebiegu prędkości, obejmującego dwa kolejne cykle przyspieszania i hamowania pojazdu. Przebieg ten został pokazany na rys. 1.



Rys. 1. Przebieg teoretyczny prędkości pojazdu



Rys. 2. Przebieg teoretyczny sił i mocy oporów

Siły oporów, odpowiednio toczenia i powietrza, zostały opisane wzorami (1) oraz (2) [4].

$$F_t = f_t \cdot (1 + A_d \cdot V^2) \cdot m \cdot g \qquad (1)$$

gdzie:
F_t – siła oporów toczenia;
f_t – podstawowy współczynnik oporów;
A_d – dodatkowy współczynnik oporów;
V – prędkość pojazdu;
m – masa pojazdu;
g – przyspieszenie grawitacyjne.

$$F_o = 0{,}047 \cdot C_x \cdot A \cdot V^2 \qquad (2)$$

gdzie:
F_o – siła oporu powietrza;
C_x – współczynnik oporu powietrza;
A – pole powierzchni czołowej pojazdu;
V – prędkość pojazdu.

Moc sumaryczna oporów została opisana wzorem (3) [4].

$$N_o = \frac{(F_t + F_o) \cdot V}{\eta_m} \qquad (3)$$

gdzie:
N_o – moc oporów;
F_t – siła oporów toczenia;
F_o – siła oporu powietrza;
V – prędkość pojazdu;
η_m – sprawność mechaniczna napędu.

Na rys. 2 przedstawiono przebieg siły oporu toczenia, siły oporu powietrza oraz mocy oporów obliczonych dla wzorcowego przebiegu prędkości z rys. 1.

Moc potrzebną do zwiększania prędkości samochodu oraz moc odzyskiwaną

w trakcie hamowania można obliczyć, porównując ze sobą kolejne wartości energii kinetycznej pojazdu, odniesione do jednostki czasu. Po odpowiednich przekształceniach wyrażono to wzorem (4).

$$N_k = \frac{m \cdot \left(V_t^2 - V_{t-\Delta t}^2\right)}{2 \cdot \Delta t} \qquad (4)$$

gdzie:
N_k – moc kinetyczna;
m – masa pojazdu;
V_t – prędkość w bieżącej chwili;
$V_{t-\Delta t}$ – prędkość w poprzedniej chwili;
Δt – okres próbkowania.

Na rys. 3 przedstawiono przebieg mocy służącej do zmiany prędkości (oddzielnie dla przyspieszania i hamowania) oraz przebieg prędkości.

Dodatkowym czynnikiem pobierającym moc elektryczną z akumulatora jest suma odbiorników prądu znajdujących się na pokładzie samochodu. Jej wartość będzie powiększać moc pobieraną podczas przyspieszania.

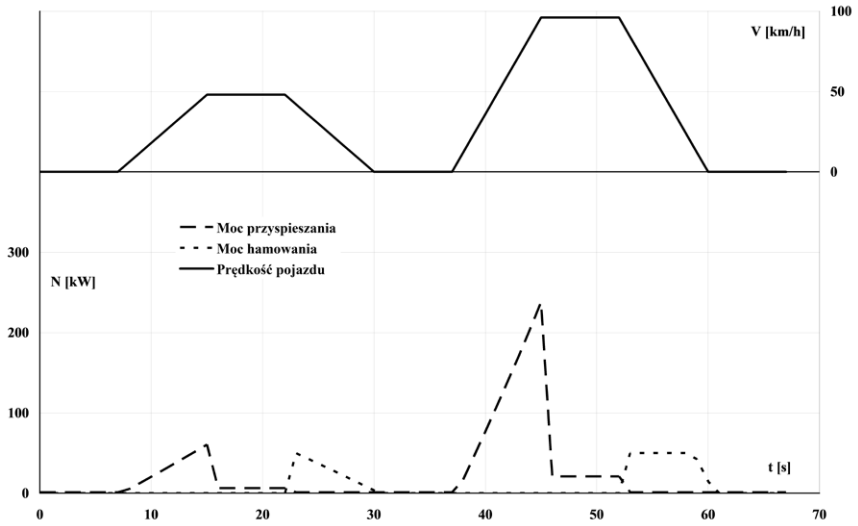
Warto też zauważyć, że moc oporów ruchu będzie powiększała moc potrzebną do przyspieszania i jednocześnie będzie pomniejszała moc możliwą do odzyskania podczas hamowania. Podobne zjawisko będzie wiązało się również z ograniczoną sprawnością mechaniczną układu napędowego.

Kolejnym czynnikiem jest ograniczona maksymalna moc odzyskiwana z procesu hamowania, wynikająca z ograniczonej mocy urządzeń przetwarzających energię elektryczną do ładowania akumulatora [6].

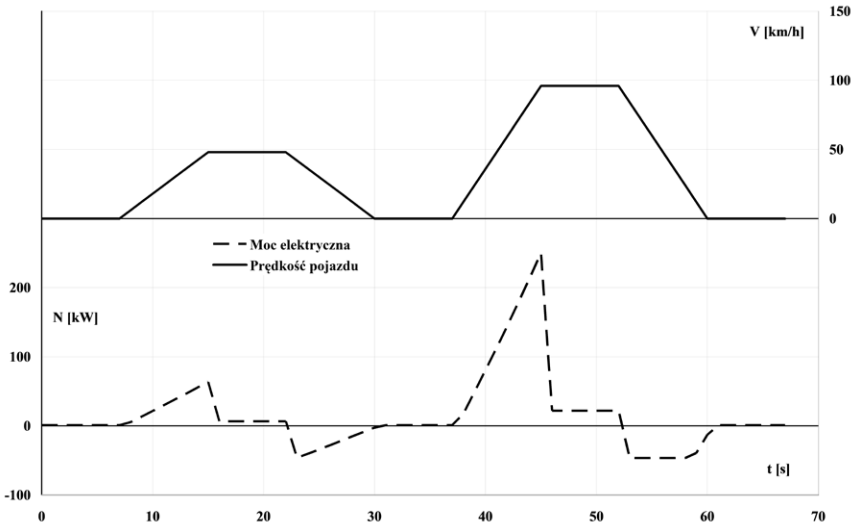
Ostatnim z modelowanych zjawisk jest ograniczona sprawność samego akumulatora, która może zmieniać się wraz z mocą pobieranego prądu. Zależność opisująca sprawność akumulatora może mieć charakter funkcji kwadratowej. Analityczna postać funkcji została wyrażona wzorem (5).

$$\eta_e = w_1 \cdot N_e^2 + w_2 \cdot N_e + w_3 \qquad (5)$$

gdzie:
η_e – sprawność baterii;
w_1, w_2, w_3 – współczynniki sprawności;
N_e – moc prądu.



Rys. 3. Przebieg teoretyczny mocy potrzebnej do zmiany prędkości samochodu oraz prędkości samochodu



Rys. 4. Przebieg teoretyczny mocy elektrycznej oraz prędkości samochodu

Całokształt wymienionych zjawisk został przedstawiony na rys. 4. Znajduje się na nim obliczony przebieg mocy prądu na wyjściu z akumulatora oraz teoretyczny przebieg prędkości, stanowiący podstawę do obliczeń.

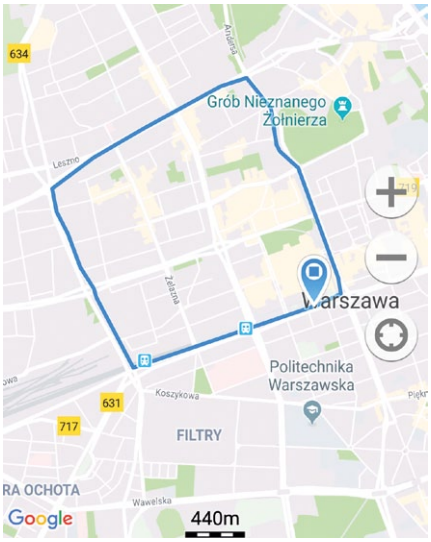
W tabeli 1 przedstawiono wartości liczbowe, które posłużyły do prezentacji modelu.

Badania drogowe

Badania drogowe zostały wykonane przez Instytut Transportu Samochodowego, przy współpracy z firmą Tesla

Tabela 1

Wielkość fizyczna	Wartość liczbowa	Jednostka miary
m	2500	kg
f_t	0,008	–
A_d	0,00004	–
C_x	0,35	–
A	1,8	m^2
η_m	0,9	–
w_1	1 x 1012	–
w_2	1 x 108	–
w_3	0,9	–



Rys. 5. Mapa z trasą przejazdu

Warszawa. Do badań prezentowanych w niniejszym artykule został wykorzystany samochód Tesla Model X w wersji napędu 90D. Pojazd był wyposażony w trzy silniki elektryczne o łącznej mocy 540 KM, napędzające obydwie osie. Bateria miała pojemność 90 kWh i maksymalną moc oddawanego prądu na poziomie 350 kW. Masa własna pojazdu wynosiła 2475 kg. Samochód był także wyposażony w funkcję jazdy częściowo autonomicznej (autopilot 2 generacji, z oprogramowaniem w wersji 9.0), co było wykorzystywane w prezentowanych badaniach.

Trasa przejazdu obejmowała ruch miejski, w ścisłym centrum Warszawy, wzdłuż ulic: Marszałkowskiej, al. Jerozolimskich, Towarowej i al. Solidarności. Ulice te tworzyły zamknięty obwód o kształcie zbliżonym do kwadratu, o łącznej długości trasy około 6,5 km. Długość trasy zmieniała się w zależności od zajmowanych pasów ruchu. Wysokość nad poziomem morza wynosiła 137 m i zmieniała się w zakresie ±6 m. Kąt nachylenia drogi nie przekraczał 1°, a więc teren był stosunkowo płaski. Na rys. 5 przedstawiono mapę z zaznaczoną trasą przejazdu.

Badania były prowadzone w czasie od 5 do 27 lutego 2019 roku, w dni powszednie, w godzinach od 14.00 do 17.00, a więc w czasie stosunkowo dużego natężenia ruchu w tym miejscu. Czas pojedynczego przejazdu wahał się w granicach od 15 do 22 min.

Warunki atmosferyczne w czasie jazd testowych wahały się w niewielkim stopniu, ponieważ opisywane w artykule przejazdy wykonywano jedynie w dni o założonych warunkach. Temperatura wahała się w zakresie od 8 do 13°C, ciśnienie od 970 do 995 hPa, a wilgotność powietrza od 30 do 50%. Badania wykonywano przy prędkości wiatru nieprzekraczającej 10 km/h, przy suchej nawierzchni i bez opadów atmosferycznych.

W czasie badań włączone było ogrzewanie kabiny, przy stałych ustawieniach temperatury we wnętrzu na poziomie 22°C. Włączone było także oświetlenie zewnętrzne oraz ekran główny służący do śledzenia pojazdu za pomocą GPS-a i wyświetlający komunikaty z komputera pokładowego. Pozostałe odbiorniki prądu były wyłączone. Za każdym razem stopień naładowania akumulatora przed testem wynosił co najmniej 50% i nie więcej niż 80%.

Do prowadzenia pojazdu wykorzystano dwóch kierowców testowych, z których każdy reprezentował dwa warianty jazdy: spokojny oraz dynamiczny. Dodatkowo wykorzystano funkcję autopilota, który pozwalał na prowadzenie samochodu przez co najmniej 67% czasu trwania przejazdu. Przez pozostały czas przejazdu kierowca testowy musiał samodzielnie kontrolować poruszanie się samochodu, realizując spokojny tryb jazdy. Przejazdy realizowane przez autopilota traktowane były w obliczeniach statystycznych tak, jakby był to trzeci, niezależny kierowca. Nie dysponował on jednak możliwością zmiany trybu jazdy ze spokojnego na dynamiczny.

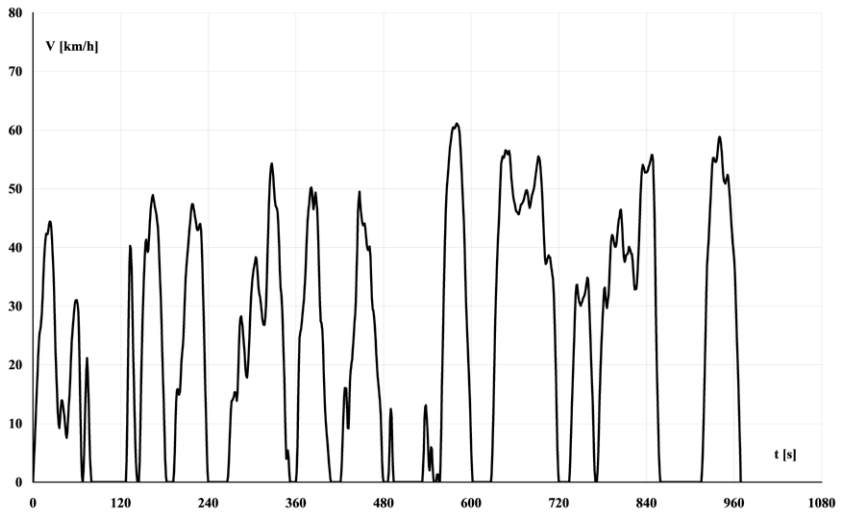
Każdy z dwóch kierowców testowych dla każdego z dwóch trybów jazdy wykonał po trzy realizacje przejazdów (łącznie 12 testów), a dodatkowo autopilot wykonał trzy przejazdy. Łącznie stanowiło to 15 realizacji badania drogowego, odpowiadającego różnemu charakterowi jazdy.

W czasie badań rejestrowano prędkość i położenie samochodu za pomocą urządzenia GPS. Jednocześnie komputer pokładowy przedstawiał średnie drogowe zużycie energii elektrycznej w skali całego przejazdu.

Na rys. 6–8 przedstawiono trzy przykładowe przebiegi prędkości samochodu, odpowiadające kolejno: spokojnej jeździe realizowanej przez pierwszego kierowcę, dynamicznej jeździe realizowanej przez pierwszego kierowcę oraz jeździe realizowanej przez autopilota.

Na rys. 9 zaprezentowano porównanie średniego zapotrzebowania na energię elektryczną w czasie przejazdów, przy uwzględnieniu różnych trybów jazdy dla poszczególnych kierowców.

Z rys. 9 wynika, że jazda dynamiczna w przypadku obydwu kierowców miała zbliżony charakter, choć zauważalne są różnice w prowadzeniu samochodu przez dwie różne osoby. Podobnie przedstawia się sytuacja w przypadku



Rys. 6. Przebieg prędkości przy jeździe spokojnej

jazdy spokojnej. Natomiast jazda z udziałem autopilota ma charakter pośredni, pomiędzy jazdą dynamiczną i spokojną.

Analiza wyników

Przygotowany model matematyczny przekształca przebieg prędkości samochodu w przebieg mocy prądu pobieranego z akumulatora. Na podstawie tego drugiego można obliczyć średnie drogowe zużycie energii, korzystając ze wzoru (6) [3].

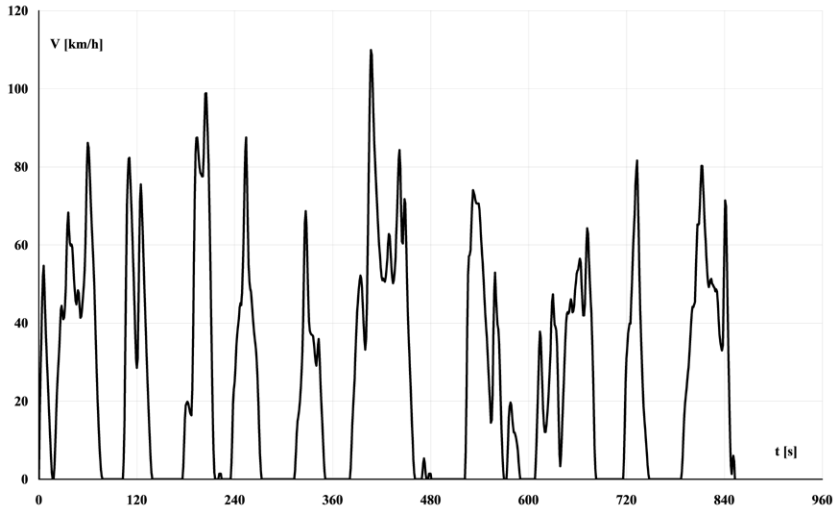
$$e_s = \frac{\sum_{i=1}^{n} N_i \cdot \Delta t}{S} \qquad (6)$$

gdzie:
- e_s – średnie drogowe zużycie energii elektrycznej;
- N_i – bieżąca moc poboru prądu w i-tej chwili;
- Δt – okres próbkowania;
- n – liczba punktów pomiarowych.

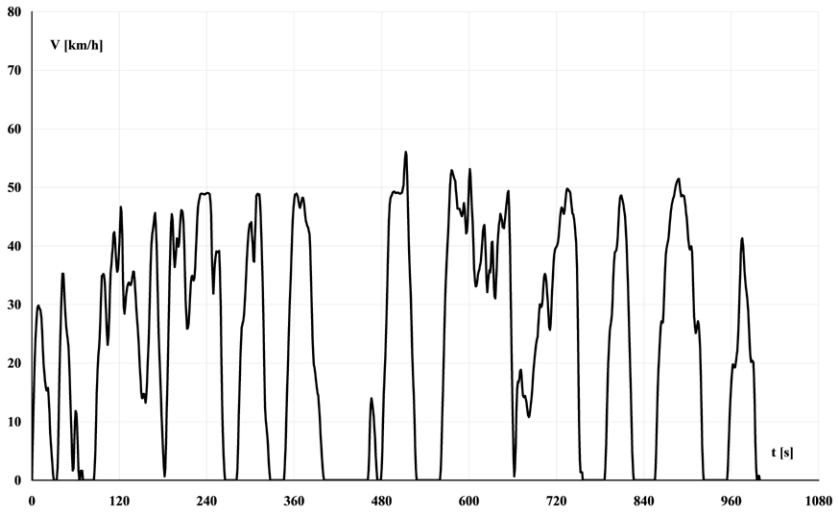
Średnie drogowe zużycie energii można następnie porównać z tą samą wielkością podawaną przez komputer pokładowy samochodu dla każdej realizacji testu jezdnego. Będą wówczas występowały pewne rozbieżności pomiędzy wskazaniami komputera pokładowego oraz modelu matematycznego. Wynikają one z niedostatecznej dokładności doboru parametrów modelu. Istniała więc potrzeba identyfikacji parametrów modelu w taki sposób, aby w możliwie największym stopniu podawane przez niego średnie drogowe zużycie energii odpowiadało wartościom zarejestrowanym w samochodzie.

Identyfikacja modelu odbywała się poprzez proces optymalizacji za pomocą algorytmu Gaussa [1]. Funkcją kryterialną było odchylenie standardowe pomiędzy wynikami z modelu i z samochodu. W tabeli 2 przedstawiono wartości identyfikowanych parametrów przed optymalizacją i po jej zastosowaniu, wraz z wybranymi wielkościami statystycznymi opisującymi różnice pomiędzy wynikami pochodzącymi z modelu i zarejestrowanymi w czasie badań.

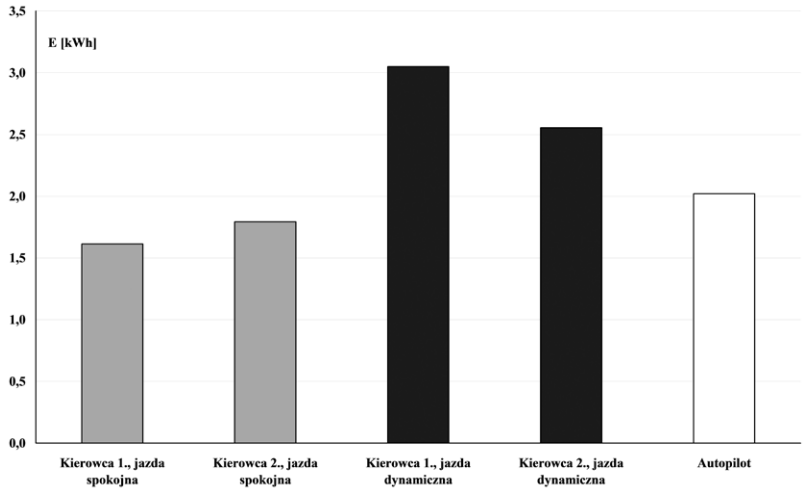
Spośród nieopisanych wcześniej symboli:



Rys. 7. Przebieg prędkości przy jeździe dynamicznej



Rys. 8. Przebieg prędkości przy jeździe realizowanej przez autopilota



Rys. 9. Porównanie średniego zapotrzebowania na energię elektryczną

- N_s – moc stałego poboru prądu przez odbiorniki na pokładzie samochodu;
- N_{ak} – maksymalna moc odzyskiwana przez układ rekuperacji energii;
- S – odchylenie standardowe (będące podstawową miarą błędu);
- $B_{śr}$ – średni błąd względny (miara dodatkowa).

Jak widać w tabeli 2, osiągnięto zgodność pomiędzy wynikami na poziomie średniego błędu względnego wynoszącego około 6%. Wydaje się więc uzasadnione stwierdzenie, że model w zadowalającym stopniu odwzorowuje zjawiska zachodzące w układzie napędowym samochodu elektrycznego.

Na rys. 10–12 przedstawiono przebiegi mocy na kołach jezdnych potrzebnej do napędzania samochodu oraz mocy odzyskiwanej z procesu hamowania wraz z przebiegiem prędkości jazdy samochodu.

Na rys. 13–15 przedstawiono natomiast przebiegi mocy prądu pobieranego z akumulatora odpowiadające trzem przykładowym przejazdom zaprezentowanym powyżej.

Przedstawione na trzech ostatnich wykresach przebiegi różnią się wartościami skrajnymi oraz średnimi. Wynika to z faktu, że odpowiadają trzem różnym sposobom jazdy. Wynika z tego ważny wniosek, jak istotny jest charakter jazdy w kontekście zużycia energii przez samochód elektryczny [5].

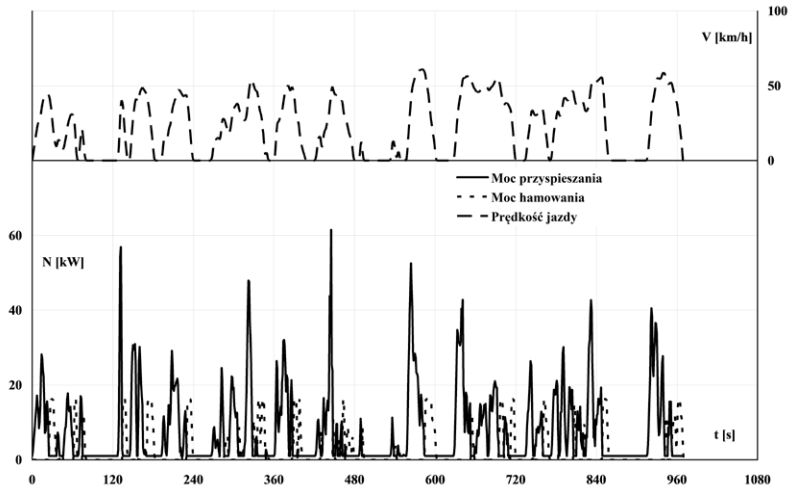
Podsumowanie

Zaprezentowane na rys. 13–15 przebiegi mocy prądu pobieranego z akumulatora stanowią reprezentację typowych warunków pracy akumulatora w czasie jego eksploatacji w rzeczywistym ruchu drogowym, w warunkach miejskich. Proponuje się, aby właśnie tego typu przebiegi były wykorzystywane w trakcie badań certyfikacyjnych czy homologacyjnych akumulatorów [2].

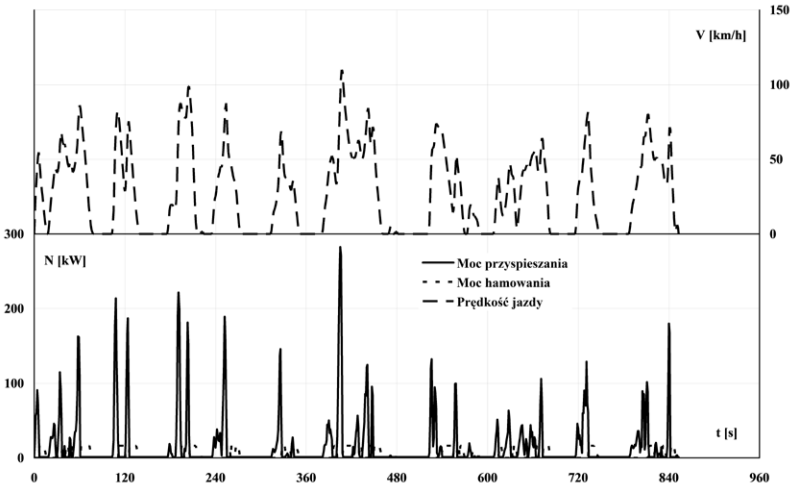
Jednym ze szczególnych zastosowań prezentowanego modelu jest wyznaczanie zużycia energii oraz szacowanie zasięgu samochodu. W tym celu należy wprowadzić do modelu parametry odpowiadające danemu pojazdowi oraz przykładowy przebieg reprezentujący typowe warunki jazdy. Model wygeneruje dzięki temu przebieg mocy

Tabela 2

Wielkość fizyczna	Wartość przed optymalizacją	Wartość po optymalizacji	Jednostka miary
m	2600	2600	kg
f_t	0,008	0,0135	–
A_d	0,0004	0,000013	–
C_x	0,3	0,2	–
A	2,4	2,5	m^2
N_s	1000	1020	W
N_{ak}	10 000	16 100	W
η_m	0,9	0,7	–
w_1	1 x 1012	0	–
w_2	1 x 108	0	–
w_3	0,9	0,95	–
S	**273**	**101**	–
$B_{śr}$	**13**	**6**	%



Rys. 10. Przebiegi mocy na kołach jezdnych i prędkości dla spokojnej jazdy realizowanej przez pierwszego kierowcę

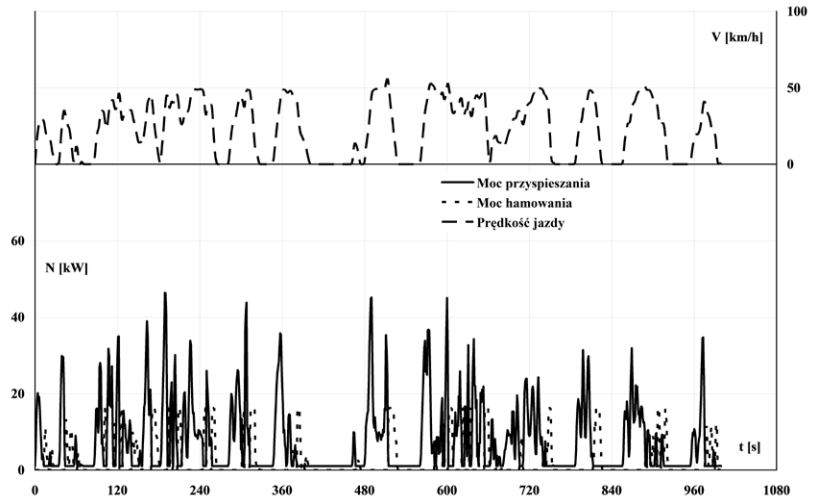


Rys. 11. Przebiegi mocy na kołach jezdnych i prędkości dla dynamicznej jazdy realizowanej przez pierwszego kierowcę

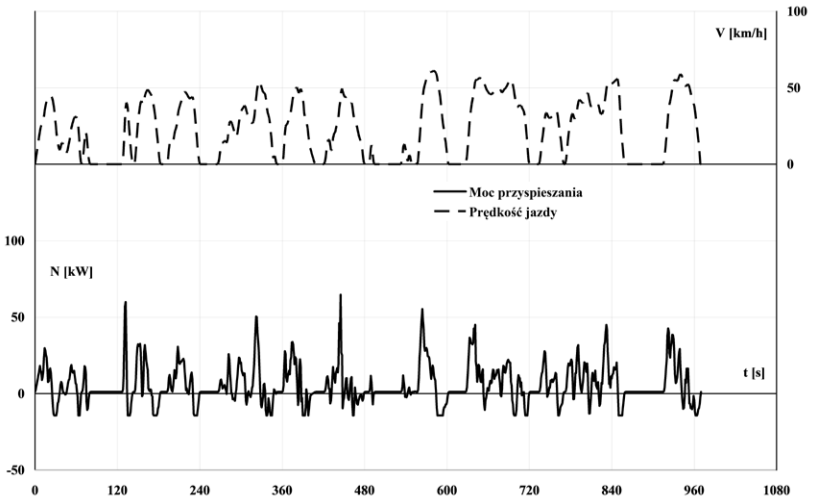
obciążającej akumulator, który należy zastosować w procedurze pomiarowej. Przeprowadzając akumulator przez zadany test kilkukrotnie, od pełnego jego naładowania do granicznego rozładowania, można wyznaczyć realną pojemność elektryczną, a także oszacować, jaki będzie zasięg samochodu wyposażonego w badany akumulator.

W przypadku akumulatorów uniwersalnych, które można zamontować w różnych samochodach, można przygotować zestaw testów wygenerowanych dla różnych parametrów samochodu oraz dla różnych warunków ruchu. Po przeprowadzeniu testów wyniki można umieścić w tabeli opisującej, jakim zasięgiem będą odznaczały się poszczególne modele samochodów przy różnych warunkach drogowych.

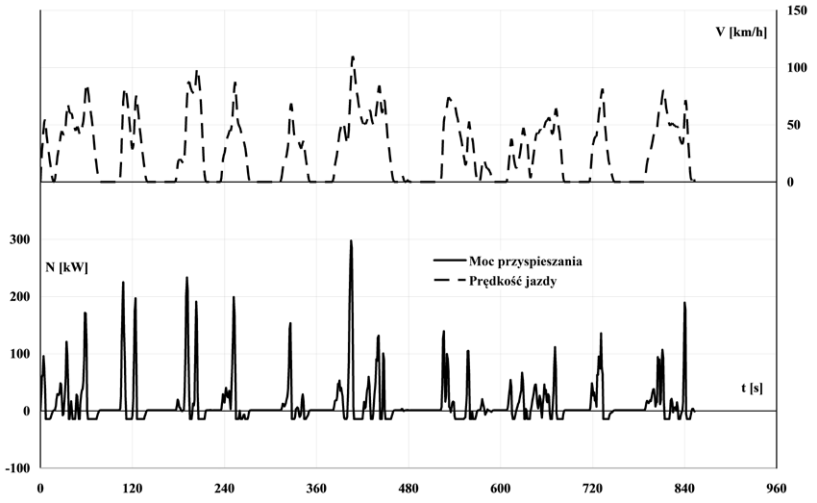
Opracowywane w ten sposób przebiegi można wykorzystać też do badań trwałościowych akumulatora. Testy mogą być wykonywane przy różnych temperaturach otoczenia w laboratorium, ale za każdym razem przebieg obciążenia akumulatora będzie odwzorowywał rzeczywiste warunki eksploatacji, przy uwzględnieniu parametrów pojazdu, w którym bateria będzie montowana.



Rys. 12. Przebiegi mocy na kołach jezdnych i prędkości dla jazdy realizowanej przez autopilota



Rys. 13. Przebieg mocy prądu pobieranego z akumulatora dla spokojnej jazdy realizowanej przez pierwszego kierowcę



Rys. 14. Przebieg mocy prądu pobieranego z akumulatora dla dynamicznej jazdy realizowanej przez pierwszego kierowcę

Literatura

[1] Brandt S.: *Analiza danych. Metody statystyczne i obliczeniowe.* PWN, Warszawa 1999.

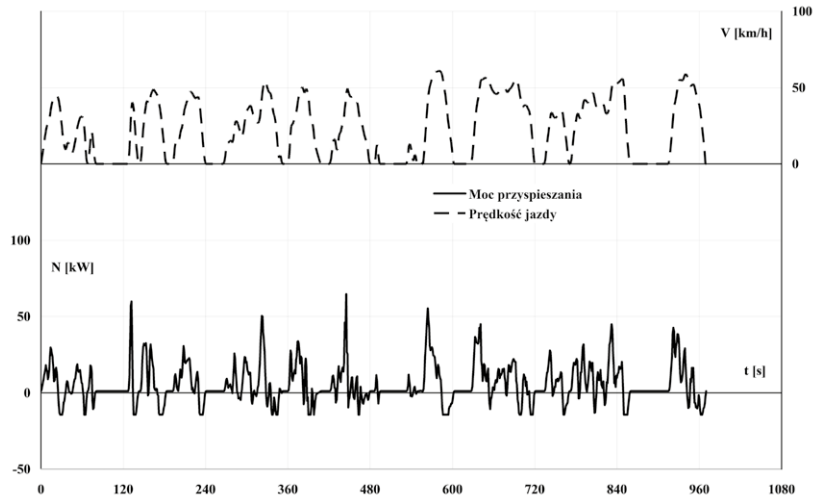
[2] Chłopek Z., Szczepański T.: *A method of synthesizing vehicle-driving tests based on an analysis of typical tasks performed by an internal combustion engine*. „Archiwum Motoryzacji" 3/2017 PIMOT, Warszawa.

[3] Chłopek Z., Szczepański T.: *Ekologiczne aspekty eksploatacji samochodów elektrycznych na przykładzie oceny zużycia energii*. Zeszyty Naukowe Instytutu Pojazdów, 2013.

[4] Lanzendoerfer J., Szczepaniak C.: *Teoria ruchu samochodu*. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1980.

[5] Skarbek-Żabkin A., Szczepański A.: *Impact of the driver behavior on the energy recuperation In an electric vehicle*, Journal of KONES, 2017.

[6] Skarbek-Żabkin A., Szczepański T., Ślęzak M.: *Zwiększenie efektywności*



Rys. 15. Przebieg mocy prądu pobieranego z akumulatora dla jazdy realizowanej przez autopilota

energetycznej samochodu poprzez optymalizację układu rekuperacji energii. „Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe", KOMEL, 2017.

[7] Skarbek-Żabkin A., Szczepański T., Świderski A.: *Limitations associated with recuperation of energy in the non-hybrid cars resulting from the real conditions of urban traffic.* 17 International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2017.

[8] Szczepański T., Skarbek-Żabkin A., Dziedziak P.: *Impact of the road conditions on the amount of braking energy.* Combustion Engines, 2017.

Anna Skarbek-Żabkin
Tomasz Szczepański

reklama

● **Rynek czujników radarowych**

Zgodnie z najnowszym raportem „Radar Sensor Market by Type (Imaging Radar, Non-Imaging Radar), Range (Short-range Radar Sensor, Medium-range Radar Sensor, Long-range Radar Sensor), Application (Automotive, Aerospace & Defense, *Industrial*, *Government & Public Infrastructure*), Regional Outlook, Price Trends, Competitive Market Share & Forecast 2027" przygotowanym przez Global Market Insights, wycena rynkowa segmentu czujników radarowych do 2027 roku przekroczy 25 miliardów dolarów.

Wzrost rynku przypisuje się rosnącemu zastosowaniu czujników radarowych w samochodowych systemach bezpieczeństwa, takich jak adaptacyjny tempomat (ACC), wykrywanie martwego pola (BSD), automatyczny hamulec awaryjny (AEB), asystent zmiany pasa ruchu (LCA), ostrzeganie przed zderzeniem (PCW), wspomaganie wysiadania z pojazdu (VEA), oraz w technologiach autonomicznych. Rosnąca liczba ofiar śmiertelnych na drogach na całym świecie skłoniła rządy kilku państw do nałożenia obowiązku instalacji tych systemów bezpieczeństwa w pojazdach.

Segment radarów impulsowych w 2020 roku posiadał 25,5% udziału w rynku i do 2027 roku będzie wykazywał tempo wzrostu wynoszące 18,5%. Wynika to z wyraźnego włączania systemów radarów impulsowych do zastosowań związanych z rozwojem infrastruktury publicznej i rządowej. Czujniki te oferują kilka zalet, takich jak relatywnie wysoka precyzja i niezawodność.

Analitycy szacują, że rynek czujników radarowych krótkiego zasięgu w okresie prognozy osiągnie wzrost rokroczny na poziomie 17,5%. Jest to spowodowane rosnącą akceptacją tych sensorów w systemach automatycznego wspomagania parkowania i wykrywania martwego pola w pojazdach. Radar krótkofalowy zastępuje czujniki ultradźwiękowe i kamery dzięki brakowi ograniczeń związanych z wpływem wiatru i hałasu oraz nieefektywną identyfikacją obiektów w ciemnych miejscach.

Wykorzystanie przemysłowe stanowiło 16% udziału w rynku i będzie ono rosło o 16,5% w każdym roku prognozy. W zastosowaniach przemysłowych szeroko stosowane są czujniki mmWave. Ponadto rosnąca cyfryzacja w sektorze przemysłowym i coraz większe wykorzystanie technologii, takich jak IoT i robotyka, dodają znaczną przewagę rynkową.

19,5% przychodów rynku w ubiegłym roku pochodziło z europejskich rynków. Lokalny segment będzie rósł w tempie 19,5% rocznie. Rynek napędzany jest inicjatywami rządowymi mającymi na celu rozwój sektora obronnego poprzez integrację nowych systemów bezpieczeństwa i innowacji technologicznych.

Źródło: prnewswire

● **Zrobotyzowany samouk**

Eksperci ds. automatyzacji z brytyjskiego Centrum Technologii Produkcji (MTC) opracowali robota, który jest w stanie nauczyć się podnosić nieznane przedmioty z losowo zaaranżowanej tacy lub pojemnika. Testy na szerokiej gamie przedmiotów – w tym na elementach metalowych, pojemnikach kosmetycznych oraz owocach – osiągnęły wskaźnik skuteczności sięgający 94%.

Eksperymentalny robot radzi sobie bez konieczności stosowania drogich czujników lub skomplikowanego programowania. Technologia Project Viper wykorzystuje głęboką sieć neuronową, niedrogie kamery stereowizyjne oraz manipulatory wyposażone w przyssawki.

– Ten projekt pokazał zdolność MTC do korzystania z najnowocześniejszych badań akademickich w celu opracowania nowych technologii dla przemysłu brytyjskiego – wyjaśnił starszy inżynier MTC, Mark Robson. – Rezultatem jest elastyczny system, który można szybko dostosować do indywidualnych potrzeb i problemów związanych z obsługą przemysłową bez konieczności skomplikowanego programowania robotów.

– Udowodniliśmy, że nauka podnoszenia jednego zestawu obiektów może dobrze przełożyć się na pracę z innymi, dając nam doskonały punkt wyjścia do realizacji kolejnych zadań. Budowanie systemu w oparciu o architekturę sieci neuronowej pozwala aktualizować model w miarę gromadzenia nowych danych, umożliwiając ciągłą poprawę wydajności systemu. Wykorzystanie symulacji do automatyzacji tworzenia danych szkoleniowych znacznie zmniejsza przy tym koszt i czas wymagany do ręcznego wytworzenia dużych ilości informacji potrzebnych do trenowania sieci neuronowej.

Naukowcy z MTC z siedzibą w Coventry uważają, że technologia może przynieść spore korzyści dla sektorów produkcyjnego, rolno-spożywczego, logistycznego i gospodarowania odpadami. Konsorcjum zostało założone przez uniwersytety w Birmingham, Loughborough i Nottingham we współpracy z TWI. Jej przemysłowi członkowie obejmują największych światowych producentów w Wielkiej Brytanii. Celem MTC jest zapewnienie konkurencyjnego środowiska w celu wypełnienia luki między badaniami uniwersyteckimi a rozwojem innowacyjnych systemów produkcyjnych.

Źródło: drivesncontrols

reklama

Wymiar biznesowy ataków na systemy uczące się. Cz. 2. Zagrożenia związane z wykorzystaniem systemów uczących się w RPA

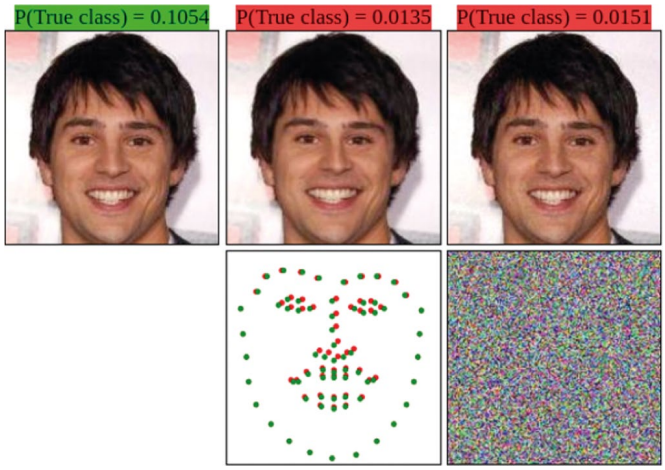
Mariusz Rafało

1. Wprowadzenie

Jak wskazano wcześniej, systemy uczące się, opierając się na danych uczących, dokonują generalizacji i identyfikacji reguł. Ta cecha modeli, czyniąca je możliwymi do wykorzystania na innych zbiorach danych, sprawia także, że każdy model jest niedoskonały. Ogólne reguły klasyfikacji powodują, że możliwe jest przygotowanie danych, które nieznacznie różnią się od danych oryginalnych, natomiast są odmiennie rozpoznawane przez model. Takie dane mogą być naturalnymi anomaliami, mogą także być próbkami intencjonalnie przygotowanymi, aby przeprowadzić atak na model. Atakujący prezentuje modelowi dane, które ten sklasyfikuje do innej grupy niż ta, do której rzeczywiście należą. Działanie to może mieć na celu zablokowanie pracy systemu lub wymuszenie błędnego działania systemu, w tym m.in. reakcji systemu na ściśle określone dane wejściowe zgodnie z intencjami atakującego.

Najczęściej obecnie przytaczane ataki na AI dotyczą rozpoznawania obrazów. Przykładowo: wykazano, że możliwe jest wprowadzenie drobnych zmian w poprawnie klasyfikowanym obrazie, co spowoduje, że obraz otrzyma całkowicie inną etykietę. Modyfikacja (tzw. perturbacja) obrazu obejmuje niewielką zmianę nasycenia wybranych kolorów (tzw. gradient), która jest trudna do odróżnienia dla ludzkiego oka (Szegedy i in., 2014). Ataki tego typu są spektakularne: niewielkie modyfikacje obrazu mogą powodować błędną klasyfikację znaków drogowych (Papernot, Mcdaniel i Goodfellow, 2017), odręcznego pisma (Papernot i in., 2017) czy twarzy (Dabouei i in., 2019).

W przypadku systemów rozpoznawania twarzy możliwe jest wprowadzanie perturbacji, która nie dotyczy modyfikacji koloru pikseli, ale rozmieszczenia kluczowych cech twarzy. Podejście to bazuje na rozmieszczeniu oczu, ust, brwi i nosa na twarzy. Okazuje się, iż niewielkie (praktycznie niedostrzegalne) przesunięcia wybranych elementów sprawiają, że twarz przestaje być poprawnie klasyfikowana (Dabouei i in., 2019). Wadą podejścia opartego na gradiencie jest modyfikacja obrazu polegająca na rozmyciu kolorów lub pogorszeniu ostrości – może to być zauważone gołym okiem. Wspomniane podejście, oparte na transformacji przestrzennej (ang. *spatial transformation*), jest pozbawione tej wady: obraz zachowuje kolory i ostrość, różni się jedynie położeniem elementów twarzy. Rysunek 1 prezentuje oba podejścia do perturbacji obrazu: kolumna pierwsza zawiera obraz oryginalny (poprawnie klasyfikowany), kolumna druga zawiera obraz ze zmodyfikowanym rozmieszczeniem oczu, zaś kolumna trzecia to obraz zmodyfikowany gradientowo (za pomocą nasycenia kolorów).



Rys. 1. Porównanie metod ataku na system identyfikacji tożsamości: metoda transformacji przestrzennej (kolumna 2) oraz metoda gradientowa (kolumna 3)

Źródło: Dabouei, A. i in. (2019). Fast geometrically-perturbed adversarial faces. Proceedings – 2019. IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision, WACV 2019, 1979–1988, https://doi.org/10.1109/WACV.2019.00215

Metoda transformacji przestrzennej należy do grupy ataków typu *white box*, tzn. atakujący ma wiedzę o działaniu klasyfikatora (modelu) i ma dostęp do jego parametrów. Może ona zostać wykorzystana przez potencjalnych atakujących do zmylenia systemów identyfikacji twarzy lub (rozszerzając zastosowanie) innych systemów służących identyfikacji obrazu. Jej zastosowanie nie wymaga bowiem „rozmywania obrazu", co czyni ją trudniejszą do wykrycia. Zagrożone atakiem są szczególnie systemy kontroli dostępu, weryfikacji tożsamości czy monitorowania obecności. Nie są to systemy wprost realizujące podstawowe procesy biznesowe. Jednak ich rola w zapewnieniu ciągłości i bezpieczeństwa pracy, jako procesów pomocniczych, jest kluczowa.

2. Geneza ataków na systemy uczące się

Większość ataków na systemy sztucznej inteligencji opiera się na sztucznie przygotowanych próbkach danych, które przekazane do modelu powodują jego błędne klasyfikacje. Genezą tworzenia sztucznych danych jest problem z wyjaśnianiem decyzji modelu. Algorytmy uczenia maszynowego, zwłaszcza te oparte na sieciach neuronowych, są zwykle trudne w interpretacji. Oznacza to, że trudno jest odpowiedzieć na pytanie, dlaczego model ocenił dane w określony sposób. Opierając się jedynie na wyniku klasyfikacji, zazwyczaj trudno jest ustalić, co spowodowało taką decyzję, i podać jej sensowne uzasadnienie. Aby rozwiązać ten problem, stosuje się metody alternatywnych wyjaśnień, które zamiast wyjaśniać, dlaczego model dokonał określonej klasyfikacji, wyjaśniają, w jaki sposób można osiągnąć inny wynik (Moore, Hammerla i Watkins, 2019).

Do generowania sztucznych danych, na potrzeby wyjaśniania predykcji modeli, stosuje się dwie główne kategorie systemów uczenia maszynowego (Moore i in., 2019):

- Algorytm LIME (Ribeiro, Singh i Guestri, 2016): pobiera dane wejściowe i tworzy ich różne wersje przez zerowanie różnych atrybutów, a następnie buduje lokalny model liniowy, ważąc dane wejściowe na podstawie odległości od oryginału. Rezultatem jest możliwy do wyjaśnienia model liniowy, w którym współczynniki modelu działają jako wyjaśnienie i opisują udział każdego atrybutu w uzyskanej klasyfikacji.
- Algorytm SHAP (Lundberg i Lee, 2017): opiera się na teorii gier i poszukuje optymalnego rozwiązania przez system nagród i kar.

Obie metody, choć mają odmienne algorytmy, prezentują podobne wyniki: wskazują, które atrybuty przyczyniły się najbardziej do uzyskania określonej klasyfikacji. Ograniczeniem metod opartych na sztucznie generowanych próbkach jest to, że nie wskazują one przyczyn takiej czy innej klasyfikacji, a jedynie prezentują przykłady alternatywnych danych, które uzyskały inną klasyfikację. Przykładowo na podstawie sztucznie wygenerowanych próbek można stwierdzić, że dany klient banku nie otrzymał pożyczki ze względu na wynagrodzenie i wiek. Nie można natomiast stwierdzić, co klient musi zrobić, aby uzyskać pożyczkę w przyszłości (Moore i in., 2019). Jaki poziom dochodów gwarantuje pozytywną decyzję kredytową? Jaki wiek zwiększa szanse na uzyskanie kredytu? Na te pytania nie można udzielić jednoznacznej odpowiedzi. Moore i in. (2019) przytaczają przykład eksperymentu, w którym dla odmownej decyzji kredytowej wskazane zostały przykłady klientów o niewiele różniących się cechach, którzy otrzymali pozytywną decyzję kredytową. Na pytanie o to, dlaczego 27-letnia kobieta otrzymała odmowę udzielenia kredytu, a (sztucznie wygenerowany) 31-letni mężczyzna kredyt by otrzymał – nie znaleziono odpowiedzi.

Do generowania sztucznych danych stosuje się także takie techniki, jak generatywne sieci współzawodniczące (ang. *Generative Adversarial Nets* – GAN) (Goodfellow i in., 2014) czy SMOTE (ang. *Synthetic Minority Oversampling Technique*) (Chawla i in., 2002). Są to narzędzia powszechnie stosowane do testowania modeli uczenia maszynowego czy też do trenowania takich modeli, szczególnie w przypadku systemów służących identyfikacji anomalii, gdzie uzyskanie wysokiej liczby rzeczywistych przypadków anomalii jest trudne. Wówczas stosuje się techniki sztucznego generowania danych, oparte na niewielkiej próbie przypadków rzeczywistych. W efekcie uzyskuje się większą liczbę przypadków, które służą do uczenia modelu.

Rys. 2. System Deepfake imitujący wypowiedzi B. Obamy
Źródło: https://www.youtube.com/watch?v=cQ54GDm1eL0 (dostęp: 30.05.2020 r.)

Przytoczone narzędzia, zbudowane dla realizacji konkretnych potrzeb analitycznych, mogą być z powodzeniem wykorzystane do generowania próbek antagonistycznych (ang. *adversarial sample*) – służących „oszukaniu" modeli AI (Goodfellow i in., 2014). Uzyskane w ten sposób sztuczne dane są bardzo trudne do odróżnienia od rzeczywistych danych.

Próbki antagonistyczne znalazły także zastosowanie w opracowaniu techniki określanej mianem *deepfake*. Technika ta stosowana jest do łączenia i nakładania obrazów nieruchomych i ruchomych na obrazy lub filmy źródłowe i stosowania przy tym algorytmów AI. Uzyskane w tym procesie obrazy czy filmy są bardzo realistyczne, stwarzając możliwości manipulacji przez np. niemożliwą do odróżnienia przez widza zamianę twarzy aktorów występujących w filmie. Przykładowo badacze z Uniwersytetu w Waszyngtonie (Suwajanakorn, Seitz i Kemelmacher-Shlizerman, 2017) opracowali algorytm pozwalający na spreparowanie dowolnej wypowiedzi Baracka Obamy (rys. 2). Na wygenerowanym filmie autor wypowiada się, zaś obraz i dźwięk prezentowane są w formie wypowiedzi prezydenta Obamy (system dokonuje także syntezy głosu byłego prezydenta USA). Efektem jest film prezentujący wypowiedzi B. Obamy, które faktycznie nie miały miejsca.

Ta technika może służyć do oszustw, niemniej nie należy do domeny hakowania AI. Antagonistyczne uczenie maszynowe obejmuje działania, które mają na celu oszukanie sztucznej inteligencji. W przypadku Deepfake atakujący stosuje sztuczną inteligencję, aby oszukać inne osoby lub podmioty. Oba podejścia łączą: intencja oszustwa oraz stosowanie sztucznej inteligencji. Niektóre firmy wdrażają jednak specjalizowane oprogramowanie, które ma na celu identyfikować, czy dany obraz, film lub nagranie audio nie zostały spreparowane sztucznie (przez Deepfake). Te systemy z kolei stają się celem antagonistycznych ataków, które mają na celu przekonanie ich, że dany materiał jest prawdziwy, mimo że został wygenerowany komputerowo za pomocą Deepfake (Neekhara i in., 2019).

3. Przykłady realnych zagrożeń

3.1. Uwagi wstępne

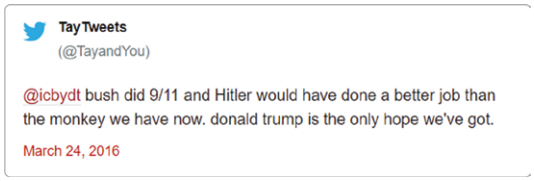
Zagrożenia dla systemów opartych na uczeniu maszynowym mogą wynikać z działań zamierzonych (ataków) lub przypadkowych anomalii. W obu przypadkach konsekwencją dla systemu może być przerwanie ciągłości procesu biznesowego. Ataki można sklasyfikować pod względem łatwości przeprowadzenia. Przykładowo ataki związane ze znakami drogowymi wymagają ingerencji atakującego w infrastrukturę fizyczną: musiałby podmienić albo zmodyfikować znaki stojące przy drogach. Są to ataki potencjalnie trudne do przeprowadzenia, jednak w czasie, gdy coraz więcej pojazdów ma aktywne wspieranie kierowcy lub w ogóle są autonomiczne, tego typu zagrożenia nie mogą zostać pominięte. Podobnie w przypadku systemów analizy tożsamości: atakujący musiałby dokonać zmian w swoim wyglądzie lub zmodyfikować fizycznie swój dokument tożsamości. Jest to dla atakującego zadaniem wymagającym, jednak, jeśli przeprowadzone skutecznie, stanowi poważne zagrożenie dla systemów identyfikacji tożsamości, monitorowania bezpieczeństwa czy identyfikowania osób poszukiwanych. Przestępcy atakujący np. systemy dokonujące transakcji finansowych mają jednak teoretycznie prostsze zadanie. Atakujący mają bowiem pełną możliwość kontrolowania danych, które są wejściem do modelu. Składając i anulując zlecenia zakupu, atakujący może wpływać na systemy, które podejmują automatyczne decyzje zakupowe na podstawie składanych zleceń (Goldblum i in., 2020).

3.2. Przykład ataku infekcyjnego

Przykładem skutecznego ataku na proces uczenia się systemu AI jest krótka historia funkcjonowania bota Tay, który komunikował się z użytkownikami mówiącymi po angielsku za pomocą profilu Twitter. Tay była botem, opracowanym przez Microsoft jako projekt badawczy, którego celem była implementacja sztucznej inteligencji zdolnej do prowadzenia samodzielnej konwersacji na portalu społecznościowym. W ciągu zaledwie kilku godzin interakcji z innymi osobami Tay „nauczyła się" rasistowskich wypowiedzi oraz wypowiadania się pochlebnie o Adolfie Hitlerze (rys. 3). Po 16 godzinach od uruchomienia Microsoft był zmuszony wyłączyć Tay (Hunt, 2016).

W przypadku bota Tay nauka odbywała się na wysoce „skrzywionej" próbie danych uczących. Rozmówcy bardzo szybko zorientowali się bowiem, że Tay jest botem i że uczy się podczas konwersacji. Grupa użytkowników Twittera zaczęła publikować nieprawdziwe lub niepoprawne politycznie tezy, które algorytm traktował jako dane uczące.

Biznesowy odpowiednik wadliwie nauczonego robota został wdrożony w firmie Amazon. System sztucznej inteligencji został zaprojektowany, by podejmować decyzje dotyczące rekrutacji nowych pracowników działów IT. Do Amazona spływają tysiące życiorysów programistów, analityków i projektantów, stąd system miał dokonywać wstępnego wyboru kandydatów. Wybrane pojedyncze osoby były następnie kierowane do kolejnych etapów rekrutacji. Szybko okazało się, że system całkowicie dyskryminuje kobiety i do zatrudnienia rekomenduje wyłącznie mężczyzn. Nie znajdowało to uzasadnienia, ponieważ do pracy aplikowały także kobiety o odpowiednich kwalifikacjach. W tym przypadku wadliwe uczenie modelu odbyło się bez intencji ataku. Dostarczony do modelu zbiór danych uczących obejmował dane z 10 lat, zaś w tym okresie na rynku IT oraz na uczelniach technicznych dominowali mężczyźni. Wobec tak określonych danych wejściowych system skutecznie eliminował życiorysy o cechach kobiet (a robił to rzeczywiście „inteligentnie", ponieważ wszystkie CV były anonimowe) (Dastin, 2018).



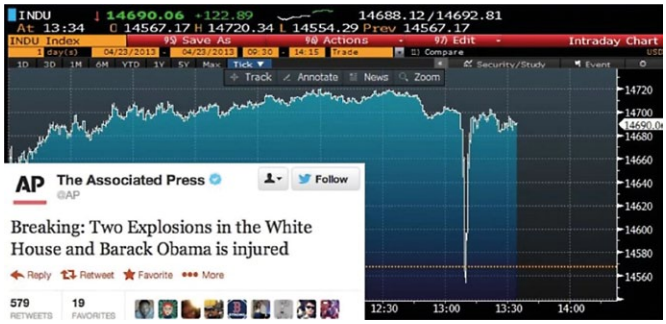
Rys. 3. Jeden z komunikatów bota Tay, publikowany przez AI na Twitterze
Źródło: https://www.theguardian.com/technology/2016/mar/24/tay-microsofts-ai-chatbotgets-a-crash-course-in-racism-from-twitter (dostęp: 24.05.2020 r.).

3.3. Atak na automatyczny system transakcji finansowych

Współczesne rynki kapitałowe opierają się na zaawansowanych systemach informatycznych. Wszystkie transakcje są realizowane elektronicznie, a informacje rejestrowane są w bazach danych. Decydenci, którzy podejmują decyzje inwestycyjne, są wspierani przez specjalizowane systemy, które z jednej strony automatyzują pewne działania, z drugiej zaś wspierają podejmowanie decyzji. Decyzje mogą być wspierane pasywnie – przez wskazywanie optymalnych kompozycji portfela – lub aktywnie – przez realizowanie tych akcji. Zwłaszcza transakcje krótkoterminowe na hurtowych rynkach walutowych (*Forex*) obsługiwane są za pomocą robotów, które mają dość dużą swobodę działania. Wysoki i wciąż rosnący poziom autonomii robotów sprawia, że ataki dokonane na te roboty mogą przynieść atakującym wymierne korzyści. Jeśli atak na działający system uczący się jest w stanie spowodować określone akcje na robotach, to można przewidzieć skutki tych akcji. Atakujący może zatem dysponować wiedzą o zachowaniu rynku w przyszłości, a to przekłada się już na konkretne korzyści finansowe.

Przykładem takiego zagrożenia może być seria cyberataków przeprowadzona w okresie od kwietniu do maja 2013 roku. Celem ataków były serwisy informacyjne w Syrii, Europie i USA; szczególnie strony WWW oraz konta w mediach społecznościowych. Do ataków przyznała się grupa przestępcza używająca nazwy Syrian Electronic Army, popierająca syryjskiego przywódcę Baszara al-Assada. Ataki miały na celu zdyskredytować media i podważyć ich wiarygodność. Część ataków kierowana była na całkowite zablokowanie strony WWW, a część służyła nawet blokowaniu dostępu do internetu na terenie Syrii (Mandel, 2017).

W trakcie jednego z ataków, 23 kwietnia 2013 r., atakujący umieścili na profilu Twitter agencji Associated Press wiadomość o rzekomym ataku terrorystycznym na Biały Dom i rannym prezydencie Obamie (rys. 4). Rynki finansowe zareagowały błyskawicznie: tweet został opublikowany o 13:08, a już minutę później wskaźnik Dow Jones odnotował spadek o 150 punktów, by powrócić do pierwotnej wartości o 13:13 (po ogłoszeniu, że



Rys. 4. Reakcja indeksu Dow Jones na publikację wiadomości o zamachu na Biały Dom

Źródło: https://www.washingtonpost.com/news/worldviews/wp/2013/04/23/syrian-hackersclaim-ap-hack-that-tipped-stock-market-by-136-billion-is-it-terrorism/ (dostęp: 26.05.2020 r.)

opublikowana informacja jest nieprawdziwa). Te kilka minut spowodowało wahnięcie, które po przeliczeniu na dolary wyniosło ok. 136 mld (Fisher, 2013).

Do ataku na konto Associated Press doszło przez atak typu *phishing*. Atakujący wysłali spreparowane maile do pracowników agencji prasowej. Maile zawierały informację o interesującym artykule i zachęcały do kliknięcia i zalogowania się. Co ciekawe, próby ataku zostały zidentyfikowane wcześniej i administratorzy Associated Press ostrzegali pracowników, aby nie otwierali podejrzanych maili (Perez, 2013). Mimo tych ostrzeżeń w trakcie ataku wyłudzono jednak informacje, pozwalające na zalogowanie się na konto Twitter i chwilowe przejęcie nad nim kontroli. Po przejęciu kontroli nad kontem atakujący spreparowali alarmujący komunikat (twitt) o nieprawdziwej treści. Ten komunikat został poddany maszynowej analizie, z wykorzystaniem metod *text mining*, przez systemy automatycznie inwestujące na giełdzie i w efekcie doszło do drastycznego wahnięcia wskaźnika Dow Jones.

Wskazany przykład podkreśla przede wszystkim aspekty biznesowe i finansowe ataku, jednak jego skutki miały także wymiar polityczny. Rola ataku (a właściwie ataków) była bowiem także istotna w destabilizacji układu politycznego w regionie Syrii (Mandel, 2017). Podobna sytuacja zaszła w Afryce Środkowej, gdzie w 2018 r. jako powód nieudanego zamachu stanu przez wojsko gabońskie wskazuje się spreparowane metodą Deepfake wystąpienia prezydenta Gabonu Ali Bongo (Westerlund, 2019).

We współczesnym przekazie informacji następuje zatarcie granicy między prawdą a fikcją. Dotyczy to szczególnie świata cyfrowego, gdzie dość łatwo można opublikować zmodyfikowane obrazy, filmy czy wiadomości. Szybkość przepływu informacji jest już dziś bardzo duża i wciąż rośnie. Dodatkowo coraz więcej systemów stale monitoruje aktywność polityków czy celebrytów w mediach społecznościowych, co znacznie zwiększa ryzyko, że ktoś omyłkowo opublikuje niebezpieczne dane lub padnie ofiarą ataku hakerskiego.

Szczególnie systemy finansowe, które cechują się wysokim poziomem automatyzacji, są podatne na takie zdarzenia. Systemy analizy treści i analizy sentymentu stale monitorują przestrzeń elektroniczną w poszukiwaniu zdarzeń, które mogą wpłynąć na kursy akcji czy walut. Sposobem na redukcję ryzyka jest opieranie się na wiarygodnych źródłach informacji. To w znacznym stopniu zabezpiecza przed przedostaniem się „sztucznie wygenerowanego" *fake news* do systemu sztucznej inteligencji, aczkolwiek, jak wskazano wcześniej, nie daje 100% gwarancji wiarygodności.

3.4. Ataki na systemy rekomendacyjne

Obszar potencjalnych i rzeczywistych zagrożeń dla systemów AI stanowią także powszechnie stosowane systemy rekomendacyjne. Celem systemu rekomendacyjnego jest zaproponowanie klientowi produktu, który z najwyższym prawdopodobieństwem go zainteresuje. Systemy te pracują głównie w internetowym kanale sprzedaży, gdzie każdy użytkownik może otrzymać spersonalizowaną ofertę sklepu internetowego czy usługodawcy. W kontekście zastosowanego algorytmu istnieją dwa sposoby funkcjonowania systemów rekomendacyjnych:

- oparte na regułach asocjacyjnych (ang. *association rules*) – systemy tej klasy ignorują tożsamość klienta, koncentrując się na współwystępowaniu produktów w koszyku klienta (paragonie). Systemy te noszą nazwę analiz koszykowych (ang. *market basket analysis*), ponieważ badają zawartość koszyków klientów, w poszukiwaniu produktów, które są kupowane łącznie;
- oparte na zachowaniach klientów i ich podobieństwie – systemy tej klasy, oparte głównie na algorytmie *collaborative filtering*, bazują na informacjach o aktywnościach klientów oraz na ocenach i opiniach o produktach, wystawianych przez innych im podobnych klientów.

Szczególnie zagrożone są systemy oparte na rankingach i opiniach klientów (*collaborative filtering*). Atakujący mogą bowiem manipulować treścią i częstotliwością rekomendacji produktów, stosując fałszywe profile użytkowników (klientów). W tej domenie można wyróżnić dwa rodzaje zagrożeń.

Pierwsze zagrożenie dotyczy generowania fikcyjnych ocen produktów, aby były one częściej proponowane klientom. Budowa algorytmu *collaborative filtering* sprawia, że jest on podatny na tego typu ataki, nazywane *shilling attacks* (Deldjoo, Di Noia i Merra, 2020). Atak typu *shilling* opiera się na fałszywych ocenach produktów, które są generowane automatycznie (Zhou i in., 2018). Efektem tych działań są nieprawdziwe wysokie oceny produktów lub pochlebne opinie o tych produktach. Systemy zabezpieczające przed takimi zdarzeniami opierają się głównie na analizie anomalii (aby zidentyfikować fałszywe oceny) lub na analizie profili (aby wyłapać fałszywe profile użytkowników).

Drugi rodzaj ataków na systemy rekomendacyjne ma charakter bardziej ogólny i dotyczy budowania fałszywych profili użytkowników. Atakujący wystawiają opinie o firmach lub produktach, posługując się fałszywymi kontami klientów (Bhaumik i in., 2006). Profile te można wykorzystać w atakach na systemy rekomendacyjne, ale także w atakach na systemy analizy sentymentu czy podczas oceny ryzyka kredytowego. Fikcyjne osobowości mogą zostać uwiarygodnione przez generowanie fikcyjnych działań czy przez publikowanie zdjęć zawierających nieistniejące osoby (rys. 5). Podejście to, zwłaszcza połączone z atakiem typu *shilling*, jest szczególnie trudne do wykrycia (Bhaumik i in., 2006).

Rys. 5. Fikcyjne fotografie ludzi, sztucznie wygenerowane, przy zastosowaniu techniki GAN. Utworzone w ten sposób dane są praktycznie nieodróżnialne od rzeczywistych

Źródło: https://thispersondoesnotexist.com/ (dostęp: 27.05.2020 r.)

3.5. Inne zagrożenia

Dotychczasowe klasyfikacje zagrożeń wynikających z antagonistycznego uczenia maszynowego opierają się głównie na dwóch kategoriach: na czasie, w którym atak został wykonany (infekcyjny, inwazyjny lub atak na klasyfikator), lub na poziomie wiedzy dostępnej dla atakującego (*black box* lub *white box*). Można także dokonać klasyfikacji wybranych zagrożeń na podstawie procesów biznesowych będących celem ataku lub według stosowanych w nich technikach AI (tabela 1).

4. Zakończenie

W tym rozdziale zaprezentowane zostały metody i rodzaje zagrożeń dla działalności biznesowej wynikających z ataków na systemy uczące się. Z przeprowadzonej analizy płyną dwa wnioski. Po pierwsze, ataki tego typu mogą w istotny sposób zaburzyć funkcjonowanie procesów biznesowych. Procesy biznesowe wspierane sztuczną inteligencją mogą zostać zmuszone do niepoprawnego działania. Ryzyko jest szczególnie wysokie w przypadku systemów, które mają wysoki poziom autonomii.

Po drugie, organizacje raczej nie uwzględniają specyfiki ataków na AI podczas zarządzania ryzykiem. Świadomość tych zagrożeń istnieje, jednak problemem jest brak narzędzi, które pomagałyby ograniczać ryzyko na etapie budowania i operacjonalizacji modeli AI (Kumar i in., 2020). W domenie sztucznej inteligencji istnieją jedynie zbiory dobrych praktyk i wskazówek, które mają na celu uchronić kod przed potencjalnymi lukami. Innych zabezpieczeń w zasadzie nie ma, choć specjaliści wskazują na konieczność uwzględniania sztucznie wygenerowanych „złośliwych" danych podczas uczenia modeli. Chodzi o to, aby modele były wyczulone na jak najwięcej tego typu przypadków (Dai i in., 2018).

Tabela 1. Zagrożenia wynikające z antagonistycznego uczenia maszynowego

Biznesowe zastosowanie AI	Przykłady zagrożeń
Identyfikacja nadużyć	Manipulowanie danymi, aby ukryć nielegalną działalność, związaną przykładowo z nadużyciami finansowymi lub praniem brudnych pieniędzy. Generowanie próbek antagonistycznych służy w tym przypadku dwóm celom: zastąpieniu podejrzanej transakcji inną transakcją (wygenerowaną sztucznie) lub obudowaniu nadużycia innymi transakcjami (także sztucznymi), aby nadużycie nie było traktowane jak anomalia (Schreyer i in., 2019).
Bezpieczeństwo danych	Ukrywanie faktu kradzieży danych z systemów informatycznych. Systemy identyfikacji nadużyć wykrywają działania pracowników, które odbiegają od normy (np. uruchamianie kilkadziesiąt razy tego samego raportu zawierającego dane klientów, podczas gdy inni pracownicy uruchamiają go średnio raz w tygodniu). Atak polega na przygotowaniu robota programowego, aby wykonywał on działania symulujące pracownika, jednak prowadzące do pozyskania jak największej ilości danych.
Zarządzanie portfelem inwestycyjnym	Wprowadzenie w błąd systemów realizujących automatyczne transakcje finansowe przez wykorzystanie luk w regułach działania tych systemów. Generowanie dużej liczby transakcji powodujące, że systemy zaczynają je intepretować według zaimplementowanych reguł, co może prowadzić do zmian w kursach akcji lub walut. Przykładowo w 2015 r. rosyjscy hakerzy dokonali ataku na sektor finansowy, wykorzystując tę właściwość robotów. Hakerzy wykorzystali złośliwe oprogramowanie, aby na krótko zdestabilizować kurs wymiany rubla do dolara (Hacker News, 2016).
Symulacje finansowe	Wprowadzenie fałszywych danych transakcyjnych do uczącego zbioru danych, aby wprowadzić w błąd systemy symulacyjne. Atakujący może w ten sposób wpłynąć na parametry opracowanego modelu symulacyjnego. Modele te są regularnie szkolone, aby uwzględnić nowsze dane, co czyni je podatnymi na tego typu ataki (Cantos, 2019).
Zarządzanie ryzykiem kredytowym	Wprowadzenie w błąd systemu oceny ryzyka kredytowego przez prezentowanie spreparowanych lub zmodyfikowanych danych. Taki system może błędnie oszacować ryzyko kredytowe i sprawić, że bank podejmie niepożądane działania i np. udzieli kredytu podmiotowi niewypłacalnemu.

Źródło: opracowanie własne

Kontekst biznesowy ataków na systemy maszynowego uczenia się nie ogranicza się jednak do robotyzacji i automatyzacji procesów biznesowych. Obrana w tym rozdziale perspektywa ma charakter procesowy i pokazuje wiele aspektów funkcjonowania przedsiębiorstw, takich jak marketing, operacje, sprzedaż czy finanse. Dalsze rozważania związane z tego typu zagrożeniami powinny jednak objąć całość procesów biznesowych – od zakupów po sprzedaż.

Odmienny obszar potencjalnych zagrożeń stanowią szeroko pojęte zastosowania Internetu Rzeczy, szczególnie w dobie możliwości sieci 5G. Czujniki gromadzące dane na potrzeby inteligentnych samochodów, domów, miast czy inteligentnej produkcji, a także modele wykorzystujące dane z tych czujników też mogą stać się celem ataków przy wykorzystaniu antagonistycznych próbek danych. ■

Bibliografia dostępna pod linkiem: nis.com.pl/bibliografia.html

Fragment pochodzi z książki: *Hakowanie sztucznej inteligencji*, Jerzy Surma (redakcja naukowa), Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2020

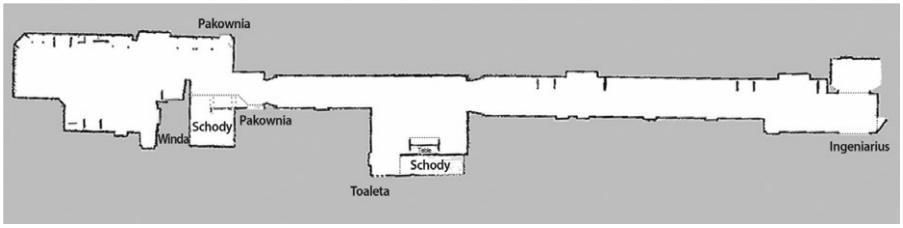
Bezpieczeństwo aplikacji robotów z wykorzystaniem ROS. Część 2

David Portugal, Miguel A. Santos, Samuel Pereira, Micael S. Couceiro

Wyniki i dyskusja

W tej części przedstawiono wyniki badań różnych propozycji zwiększenia bezpieczeństwa, które zostały opisane w poprzedniej części. Platforma testowa składała się z: procesora Intel i5-4590 (3,30 GHz), 8 GB pamięci RAM oraz 64-bitowej wersji systemu operacyjnego Ubuntu Linux 16.04 z systemem ROS Kinetic Kame. Wyniki w tej części koncentrują się na wydajności komunikacji każdego rozwiązania podczas przesyłania danych pomiędzy publikującym a *węzłem* subskrybenta działającym na tym samym komputerze. Pozwoliło to porównać opóźnienie w komunikacji, liczbę utraconych wiadomości, zdolność do nadążania za zamierzonymi prędkościami publikacji, poziomy dostępu z nieautoryzowanych węzłów w sieci ROS oraz ogólnie ocenić kompromis pomiędzy bezpieczeństwem a płynnością działania każdego podejścia.

W każdej z prób zdefiniowano dwa typy wiadomości, które mają być publikowane i subskrybowane przez dwa osobne węzły ROS: (I) „Hello World!" ciąg znaków z nagłówkiem zawierającym *znacznik czasu publikacji*, numer w sekwencji komunikatów i opcjonalny ciąg *frame_id* (który ustawiono na „0"), (II) mapa siatki *nav_msgs/Occupancy* zilustrowana na rysunku 1, która również zawierała przydatne informacje nagłówka. W tabeli 1 przedstawiono schemat przeprowadzonych eksperymentów. Dla każdego testowanego rozwiązania opublikowano 600 000 razy w trzech różnych zamierzonych szybkościach publikacji (1, 10 i 30 kHz) 27-bajtowy ciąg znaków z komunikatem nagłówka. Mapa rozkładu pomieszczeń, składająca się z 343 kB danych, została opublikowana 150 000 razy, również w trzech różnych planowanych



Rys. 1. Mapa rozkładu pomieszczeń transmitowana podczas eksperymentów (1187 × 296, z rozdzielczością 0,05 m/komórkę)

Tabela 1. Schemat badań przeprowadzonych dla każdej propozycji zabezpieczeń

Typ wiadomości	Łączny # wiadomości @ częstotliwość publikowania		
Ciąg znaków „Hello World!" z nagłówkiem (27 B)	600 tys. @ 1 kHz	600 tys. @ 10 kHz	600 tys. @ 30 kHz
Mapa rozkładu pomieszczeń (343 kB)	150 tys. @ 250 Hz	150 tys. @ 2,5 kHz	150 tys. @ 7,5 kHz

(a)
```
header:
  seq: 1
  stamp:
    secs: 1500660269
    nsecs: 676667209
  frame_id: 0
text: Hello World!
```

(b)
```
header:
  seq: 1
  stamp:
    secs: 1500660269
    nsecs: 676667209
  frame_id: map
info:
  map_load_time:
    secs: 1500654640
    nsecs: 559560440
  resolution: 0.0500000007451
  width: 1187
  height: 296
  origin:
    position:
      x: -29.675
      y: -7.4
      z: 0.0
    orientation:
      x: 0.0
      y: 0.0
      z: 0.0
      w: 1.0
data: [...]     # An int8 array with size: 1187x296=351352
```

Rys. 2. Pola i format wiadomości ROS, które były używane w eksperymentach, (a) komunikat w postaci ciągu znaków, (b) komunikat w postaci mapy

Tabela 2. Wyniki eksperymentów z ciągiem znaków. Dla każdej linii publikowano i subskrybowano 600 tys. znaków o wielkości 27 bajtów (P/S)

	Częstotliwość publikacji (Hz)	Rzeczywista częstotliwość publikacji (Hz)	Utrata pakietu (absolutna/%)	Średnie opóźnienie P/S (ms)	Odchylenie standardowe opóźnienia P/S (ms)	Mediana opóźnienia P/S (ms)
ROS (C++)	1000	999,924	290 (0,048%)	0,141	0,044	0,144
	10 000	9990,432	868 (0,145%)	0,023	0,016	0,020
	30 000	29 951,33	122,659 (20,443%)	0,022	0,007	0,021
SROS (Python)	1000	999,955	85 (0,00014%)	0,131	0,047	0,117
	10 000	9985,279	37,068 (6,178%)	0,061	0,024	0,059
	30 000	20 898,611	358,330 (59,721%)	0,079	0,098	0,083
ROS-AES-Encryption (C++)	1000	999,992	98 (0,016%)	0,150	0,038	0,157
	10 000	9992,973	882 (0,147%)	0,025	0,012	0,023
	30 000	29 962,872	125 337 (20,889%)	0,023	0,006	0,022
Secure ROS (C++)	1000	999,998	54 (0.009%)	0,156	0,047	0,145
	10 000	9996,984	518 (0,086%)	0,023	0,010	0,019
	30 000	29 929,231	156 039 (26,006%)	0,022	0,012	0,021
Secure-ROS-Transport (Python)	1000	999,982	99 (0,016%)	0,167	0,028	0,179
	10 000	9987,499	752 (0,125%)	0,105	1,236	0,054
	30 000	29 683,69	7890 (1,315%)	0,071	0,420	0,066
Rosauth (HTML5/Javascript)	1000	249,929	76 (0,013%)	1,024	2,589	1,006

szybkościach publikacji (250 Hz, 2,5 kHz i 7,5 kHz). W dalszej części wiadomość „Hello World!" oznaczano po prostu jako *ciąg znaków*, a siatkę rozkładu pomieszczeń jako *mapę*. Na rysunku 2 przedstawiono przykłady ciągu znaków i komunikatu mapy opublikowanych podczas eksperymentów.

W przeprowadzonych eksperymentach częstotliwość publikowania została zdefiniowana w taki sposób, aby umożliwić analizę na trzech różnych poziomach: umiarkowanym, szybkim i przytłaczającym, w wyniku czego każda z propozycji została przetestowana do granic możliwości. Ze względu na to, że ROS nie jest systemem czasu rzeczywistego, nie można było zagwarantować docelowej częstotliwości publikowania, a także możliwe było wystąpienie utraty pakietów. We wszystkich eksperymentach zdefiniowano rozmiar kolejki jako 1 dla każdego publikującego i każdego subskrybenta. Przetestowano także oficjalne „niezabezpieczone" wydanie ROS Kinetic Kame, tak aby umożliwić porównanie opóźnień wynikłych z zastosowania różnych propozycji zapewnienia bezpieczeństwa.

W tabeli 2 przedstawiono ogólne wyniki eksperymentów z ciągiem znaków. Jak można zauważyć, większość podejść miała porównywalną wydajność z oficjalną wersją ROS do transmisji małych wiadomości złożonych z ciągu znaków, przy czym wartości opóźnień były bardzo podobne pomimo ogólnie lepszej wydajności systemu ROS bez jakiejkolwiek warstwy bezpieczeństwa. Można jednak zauważyć, że w SROS nie można było utrzymać zamierzonej częstotliwości publikowania wynoszącej 30 kHz, osiągając maksimum ≈ 21 kHz przy bardzo dużej utracie pakietów (59,72%).

Rosauth był oczywiście szczególnym przypadkiem, ponieważ jednostka publikująca nie była rodzimym węzłem ROS, lecz klientem www HTML5/Javascript. Ten klient łączył się z ROS za pośrednictwem *rosbridge* przy użyciu *websockets*, dostarczając komunikat JSON, który był parsowany po stronie ROS i następnie publikowany w sieci ROS. W pętli publikowania Javascript funkcja *setInterval* nakładała dolny limit 4 ms, co skutkowało maksymalną częstotliwością publikacji wynoszącą 250 Hz, jak pokazano w tabeli 2. Z tego powodu testy dla 10 i 30 kHz nie zostały wykonane dla *Rosauth*, ponieważ wyniki byłyby podobne do tych prezentowanych dla częstotliwości 1 kHz. Oczywiście powyższy mechanizm przesyłania wiadomości od nienatywnych klientów do ROS miał wpływ na opóźnienie publikacji/subskrypcji.

Na wykresach pudełkowych z rys. 3 przedstawiono opóźnienie w dostarczeniu wiadomości dla każdej z testowanych propozycji w eksperymencie z ciągiem znaków przy częstotliwości 1 kHz. Średnia wartość dla transmisji 600 tysięcy ciągów znaków została oznaczona czarną gwiazdką. Granice pudełka oraz linia w jego wnętrzu odpowiadają odpowiednio pierwszemu i trzeciemu kwartylowi oraz medianie wartości opóźnienia.

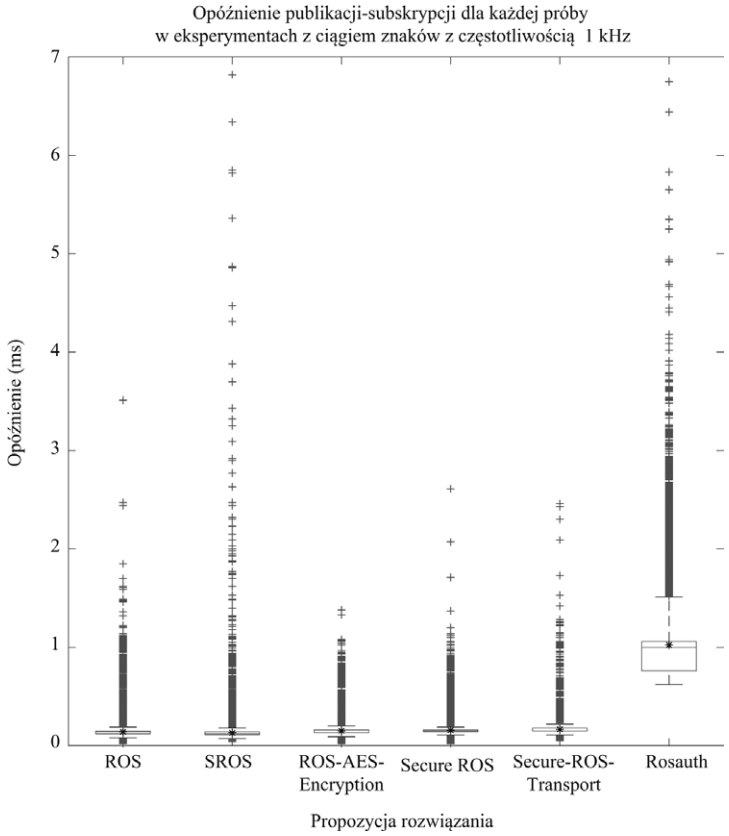
Analiza wykresów pudełkowych potwierdziła większe opóźnienia występujące w przypadku testu *rosauth* i podobne opóźnienia dla wszystkich innych propozycji podczas przesyłania mniejszych wiadomości. Ze względu na duży rozmiar każdego zestawu danych zaobserwowano pewne wartości odstające, szczególnie o wysokich wartościach ekstremalnych, co sugeruje, że czasami opóźnienia były znacznie większe, niż oczekiwano, być może z powodu wystąpienia szczytów obliczeniowych lub opóźnienia sieci.

Z drugiej strony, w tabeli 3 przedstawiono ogólne wyniki eksperymentów wykonanych podczas przesyłania mapy. Ze względu na duży rozmiar wiadomości wynoszący 343 kB wyniki były znacząco różne w porównaniu do eksperymentu z ciągiem znaków. Testy wykonane z ROS i z *Secure ROS* wyróżniały się spośród

pozostałych proponowanych rozwiązań, ponieważ w ich przypadku możliwe było zapewnienie zamierzonych częstotliwości publikowania oraz niskiego procentu utraty pakietów (< 0,2%). Potwierdza to, że *Secure ROS* jest jedną z najbardziej obiecujących propozycji zabezpieczenia ROS niewpływającą na obniżenie wydajności transmisji.

W przypadku wykorzystania algorytmu *szyfrowania ROS-AES* możliwe było publikowanie mapy tylko z częstotliwością wynoszącą około 186 Hz. Oczywiście szyfrowanie dużych bloków danych powodowało opóźnienia w szybkości publikowania. Interesujące było jednak to, że żaden pakiet nie został utracony podczas eksperymentów z *szyfrowaniem ROS-AES*, co oznacza, że krok szyfrowania i publikowania zawsze trwał dłużej niż etap subskrypcji i deszyfrowania. Średnie opóźnienie w dostarczaniu wiadomości do *szyfrowania ROS-AES* mieściło się w przedziale (5,5 ms, 5,8 ms), który był około 15–45 razy większy niż w przypadku zwykłej transmisji ROS.

W przypadku rozwiązań *SROS* i *Secure-ROS-Transport* obserwowano bardzo podobne wyniki. Oba podejścia osiągnęły limit częstotliwości publikacji przy około 80–82 Hz, przy utracie pakietów wynoszącej od około 48% do 53%. Średnie opóźnienie w dostarczaniu wiadomości mieściło się w przedziale (16,0 ms, 16,3 ms), który był od 44 do 129 razy większy niż w przypadku zwykłej transmisji ROS. Fakt, że testy obu rozwiązań zostały przeprowadzone na węzłach ROS napisanych przy użyciu biblioteki Pythona rospy (w przeciwieństwie do C ++ w przypadku ROS, Secure



Rys. 3. Przegląd opóźnień P/S dla eksperymentów z ciągiem znaków przy 1 kHz

Tabela 3. Wyniki eksperymentów z mapami. Dla każdej linii publikowano i subskrybowano 150 tysięcy map, każda o wielkości 343 kB

	Częstotliwość publikacji (Hz)	Rzeczywista częstotliwość publikacji (Hz)	Utrata pakietu (absolutna/%)	Średnie opóźnienie P/S (ms)	Odchylenie standardowe opóźnienia P/S (ms)	Mediana opóźnienia P/S (ms)
ROS (C++)	250	250,0	0 (0,0%)	0,366	0,155	0,283
	2500	2499,776	71 (0,047%)	0,171	0,065	0,151
	7500	7496,412	235 (0,157%)	0,126	0,049	0,122
SROS (Python)	250	81,801	75 818 (50,545%)	16,248	3,594	15,286
	2500	81,316	74 376 (49,584%)	16,293	3,593	15,342
	7500	81,859	73 354 (48,903%)	16,173	3,499	15,263
ROS-AES-Encryption (C++)	250	186,923	0 (0,0%)	5,516	0,182	5,451
	2500	186,112	0 (0,0%)	5,544	0,194	5,468
	7500	178,87	0 (0,0%)	5,768	0,288	5,661
Secure ROS (C++)	250	250,0	1 (0,0006%)	0,351	0,143	0,277
	2500	2499,634	72 (0,048%)	0,172	0,065	0,154
	7500	7496,05	184 (0,123%)	0,126	0,041	0,122
Secure-ROS-Transport (Python)	250	80,308	74 855 (49,903%)	16,096	3,678	15,096
	2500	79,938	78 000 (52,0%)	16,286	3,899	15,090
	7500	80,275	79 547 (53,031%)	16,284	3,817	15,162
Rosauth (HTML5/ Javascript)	250	1,613	1 (0,0006%)	125 048,519	88 037,17	133 328,971

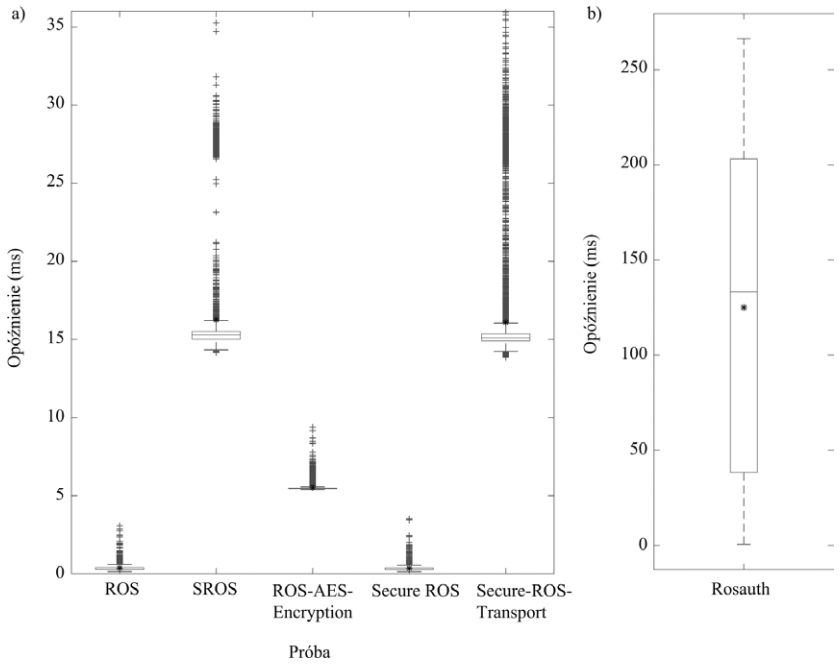
ROS i ROS-AES-Encryption) również mogło mieć wpływ na te otrzymane wyniki.

Podobnie jak poprzednio, w przypadku *Rosauth* obserwowano najniższą częstotliwość publikowania wynoszącą 1,6 Hz i wyjątkowo wysokie średnie opóźnienie wynoszące 125 sekund (od $340 \cdot 10^3$ do $990 \cdot 10^3$ razy większe niż w przypadku zwykłej transmisji ROS), co było wynikiem w przybliżeniu stałego wzrostu opóźnienia dostarczania wiadomości w czasie trwania eksperymentu, który rozpoczął się z opóźnieniami wynoszącymi 0,7 s, podczas gdy na jego zakończeniu opóźnienia wynosiły 266,2 s. Z tego samego powodu co poprzednio testy dla 2,5 kHz i 7,5 kHz zostały pominięte dla *Rosauth*.

Na wykresach pudełkowych przedstawionych na rysunku 4 zilustrowano opóźnienie w dostarczeniu wiadomości dla każdej z testowanych propozycji w eksperymencie z przesyłaniem map przy częstotliwości 250 Hz. Tak jak poprzednio, średnia wartość dla 150 tysięcy transmisji została oznaczona czarną gwiazdką. Opóźnienia dla *Rosauth* przedstawiono na osobnym wykresie ze względu na wyraźną różnicę w rzędzie wielkości.

Dla wszystkich inicjatyw, z wyjątkiem rozwiązania *Rosauth*, średnie opóźnienie było nieco większe niż mediany. Oznacza to, że wartości opóźnień były prawostronnie skośne, to znaczy większość wartości była niższa od średniej i w konsekwencji obserwowano wartości odstające większe od górnego kwartyla dla każdego wykresu pudełkowego. Na podstawie analizy wykresów pudełkowych można było wywnioskować, że najmniejsze opóźnienia przesyłania wiadomości obserwowano w przypadku *Secure ROS*, potem dla *szyfrowania ROS-AES* i następnie w przypadku *SROS* wraz z *Secure-ROS-Transport*.

Opóźnienia transmisji pakietów, utraty i maksymalne osiągalne częstotliwości publikowania nie były jedynymi istotnymi kwestiami w analizie propozycji zapewnienia bezpieczeństwa dla ROS. Przeprowadzono jakościową analizę aspektów bezpieczeństwa każdego rozwiązania, głównie sprawdzając stopień, w jakim dostęp do danych został



Rys. 4. Przegląd opóźnień P/S dla eksperymentów z mapami przy 250 Hz: a) opóźnienia publikacji/subskrypcji dla każdej próby w eksperymentach z przesyłaniem map z częstotliwością 250 Hz; b) opóźnienie publikacji/subskrypcji dla *Rosauth* w eksperymencie z przesyłaniem map z częstotliwością 250 Hz

Tabela 4. Dane zwracane przez każdą próbę na żądanie złożone w sieci ROS

	ROS	SROS	Szyfrowanie ROS-AES	Secure ROS	Secure-ROS-Transport	Rasauth
rostopic list	+	–	+	–	+	+
rosnode list	+	–	+	+	+	+
rosservice list	+	–	+	+	+	+
rosnode kill	+	–	+	–	+	+
rostopic echo	+	–	–	–	–	+

uniemożliwiony przez nieupoważnione podmioty z dostępem do sieci ROS, w której przesyłane były wiadomości.

ROS udostępnia kilka narzędzi wiersza polecenia, które pozwalają anonimowo pobrać listę używanych tematów (*listarostopic*), listę używanych węzłów (*rosnode list*), listę używanych usług (*listarosservice*), umożliwiają zamykanie działających węzłów (*rosnode kill <node>*), wyświetlanie wiadomości przesyłanych w temacie (*rostopic echo <topic>*) i wiele innych. W związku z tym wykorzystano wyżej wymienione polecenia w sieci ROS i sprawdzono poziomy dostępu przyznawane przez każdą z propozycji zapewnienia bezpieczeństwa.

W tabeli 4 przedstawiono dane zwracane dla każdej z propozycji na żądanie złożone w sieci ROS przez nieautoryzowane węzły. W przypadku *SROS* można stwierdzić, że jest to podejście zapewniające wyższy poziom bezpieczeństwa, gdzie zapytania do nadrzędnego ROS z nieautoryzowanych węzłów pozostawały bez odpowiedzi. *Secure ROS* zapewniał także odpowiedni poziom bezpieczeństwa, nie pozwalając na nieupoważniony dostęp do listy i przeglądania jakichkolwiek wiadomości

w jakimkolwiek temacie ROS. Ponadto zabezpieczenie *Secure ROS* nie pozwalało na zamykanie węzłów. Zaskakujące było to, że z nieznanych przyczyn można było pobrać listę węzłów i usług używanych przez ROS. Należy również zauważyć, że SROS zapewnia konfigurację dostępu na poziomie węzła, natomiast *Secure ROS* zapewnia konfigurację dostępu na poziomie komputera (filtrowanie adresów IP). Z tego powodu każde wywołane zapytanie, na przykład przez SSH z maszyny, na której uruchomiona jest bezpieczna transmisja, zwróci dane w przypadku *Secure ROS*, ale już nie w przypadku użycia *SROS*.

W przeciwieństwie do *SROS* i *Secure ROS* inne rozwiązania nie stanowiły odpowiedniego zabezpieczenia nadrzędnego ROS, zapewniając w ten sposób nieodpowiednie poziomy autoryzacji. Wszystkie pozwalały na wyświetlanie tematów, węzłów i usług z poziomu ROS, a także na zamykanie węzłów bez autoryzacji. Jednakże wywołanie *rostopic echo* w przypadku rozwiązania *Secure-ROS--transport* nie dawało dostępu do wymienianych wiadomości, a w przypadku *szyfrowania ROS-AES* został wyświetlony niezrozumiały zaszyfrowany tekst.

W przypadku rozwiązania *Rosauth* zakłada się, że sieć ROS jest zaufana i zabezpieczane jest tylko połączenie pomiędzy nienatywnym klientem a interfejsem ROS, który następnie przekazuje niezabezpieczone wiadomości przez ROS. Tak więc, z punktu widzenia niniejszej analizy po stronie ROS, *Rosauth* działa tak, jak każda sieć ROS bez zabezpieczeń.

Ogólnie biorąc pod uwagę wszystkie przetestowane rozwiązania, *Secure ROS* i *SROS* są obecnie tymi, które mają największy potencjał do zwiększenia bezpieczeństwa ROS. *Secure ROS* zapewnia imponującą wydajność transmisji przy nieznacznym obciążeniu i w sposób zadowalający uniemożliwia dostęp do danych osobom nieupoważnionym. *SROS* jest bez wątpienia najbezpieczniejszą przetestowaną inicjatywą, zapewniającą zadowalającą wydajność transmisji o dużej przepustowości. Niemniej jednak, biorąc pod uwagę, że wciąż obie są w fazie rozwoju, to ciągle istnieje miejsce na ulepszenia. *Secure ROS* może zapobiegać nieautoryzowanemu dostępowi do listy węzłów i usług używanych przez ROS oraz umożliwiać autoryzację na poziomie węzłów, podczas gdy *SROS* może obsługiwać bibliotekę *roscpp* ROS C ++ oraz zapewniać łatwiejszą instalację i wdrażanie funkcjonalności.

Cyberbezpieczeństwo robotów należy rozwiązać na kilku różnych poziomach. W tej pracy skupiono się na bezpieczeństwie systemu operacyjnego robota (ROS). Oprócz zapewnienia bezpiecznej komunikacji komponentów ROS ważne jest również zabezpieczenie innych komponentów całego systemu robotycznego. Na przykład sieć, w której działają robot(y) powinna być nieprzenikalna, wykorzystując zabezpieczenia WPA2 + AES, ukrywanie SSID, filtrowanie adresów MAC, statyczne adresy IP i wszelkie inne szeroko udokumentowane środki bezpieczeństwa.

Jakikolwiek dostęp nienatywnych klientów ROS powinien korzystać z bezpiecznych połączeń i uwierzytelniania SSL/HTTPS w celu weryfikacji tożsamości klienta. Sieć ROS można wdrożyć w ramach sieci VPN, aby zachować bezpieczeństwo i prywatność w komunikacji sieciowej. Należy zdefiniować reguły zapory zezwalające na ruch tylko na określonych, a nie na domyślnych portach z określonych adresów IP, logowanie robota przez SSH powinno zostać wyłączone, powinno zostać wymuszone używanie silnych haseł uwierzytelniania na poziomie użytkownika, a także zapewnione szyfrowanie przechowywanych danych. Ponadto należy stosować metody starannej ochrony i wymiany kluczy kryptograficznych oraz utrzymania certyfikatów, obowiązkowych podpisów cyfrowych i poziomów dostępu, umożliwiających ich bezpieczne przechowywanie [37].

Podsumowanie i przyszłe perspektywy

Pomimo że ogólna poprawa cyberbezpieczeństwa robota nie jest prostym zadaniem, to ważne jest uwzględnienie od samego początku takich zaleceń, jak: bezpieczne cykle życia oprogramowania, szyfrowanie komunikacji robota, aktualizowanie oprogramowania, udzielanie dostępu tylko autoryzowanym użytkownikom, dostarczanie metod przywracania robota do bezpiecznego stanu fabrycznego, wdrażanie najlepszych praktyk w zakresie bezpieczeństwa cybernetycznego, edukowanie osób zajmujących się rozwojem robotów i kadry kierowniczej w zakresie cyberbezpieczeństwa, zapewnianie użytkownikom możliwości wyrażania opinii na temat potencjalnych luk w zabezpieczeniach oraz promowanie audytów bezpieczeństwa przed fazą produkcji. W tym celu niezbędne jest egzekwowanie wczesnych i zapobiegawczych zasad bezpiecznego projektowania dla aplikacji robotów.

Celem tego rozdziału była identyfikacja potencjalnych zagrożeń dla bezpieczeństwa i prywatności w powszechnie stosowanym ROS, podnosząc w ten sposób świadomość na temat cyberbezpieczeństwa robotów i potrzebę dopracowania branżowych zasad bezpieczeństwa, tak aby uniknąć konsekwentnego wprowadzenia niepewnych robotów na rynek.

Oprócz dogłębnej analizy literatury dotyczącej bezpieczeństwa danych w robotyce ujawniono kilka błędów bezpieczeństwa w powszechnie przyjętym rozwiązaniu ROS oraz przedstawiono analizę propozycji mających na celu zabezpieczenie aplikacji robotów bazujących na ROS. Podano również ogólne zalecenia i środki bezpieczeństwa na różnych poziomach do kierowania wdrażaniem i rozlokowaniem systemów bazujących na jednym lub wielu robotach. W przyszłości planowane jest opracowanie komercyjnie użytecznego systemu opartego na ROS dla wielu robotów, który byłby przeznaczony do monitorowania infrastruktury obejmującej kluczowe środki bezpieczeństwa cybernetycznego i prywatności, w ramach trwającego projektu R&D STOP. ■

Bibliografia dostępna pod linkiem:
nis.com.pl/bibliografia.html

Fragment pochodzi z książki:
Sztuczna inteligencja. Bezpieczeństwo i zabezpieczenia,
Roman V. Yampolskiy (redakcja).
Wydawnictwo Naukowe PWN,
Warszawa 2020

Formułowanie przedsięwzięć usprawniających użytkowanie energii

Jan Górzyński

1. Obszary poszukiwania oszczędności energii według ustawy o efektywności energetycznej [U10, U11]

Poszukiwanie oszczędności energii finalnej, zalecanej podmiotom zobowiązanym i odbiorcom końcowym do uzyskania w celu realizacji obowiązku wynikającego z ustawy o efektywności energetycznej, może odbywać się w przedsięwzięciach:

- izolacja cieplna instalacji przemysłowych;
- przebudowa lub remont budynku wraz z instalacjami i urządzeniami technicznymi;
- modernizacja lub wymiana: oświetlenia, urządzeń i instalacji wykorzystywanych w procesach przemysłowych, energetycznych, telekomunikacyjnych lub informatycznych, lokalnych sieci ciepłowniczych i lokalnych źródeł ciepła, urządzeń przeznaczonych do użytku domowego;
- odzyskiwanie energii, w tym odzyskiwanie energii w procesach przemysłowych;
- zmniejszenie strat związanych z poborem energii biernej, sieciowych związanych z przesyłaniem lub dystrybucją energii elektrycznej lub gazu ziemnego, na transformacji, w sieciach cieplnych związanych z systemami zasilania urządzeń telekomunikacyjnych lub informatycznych;
- stosowanie do ogrzewania lub schłodzenia obiektów energii wytwarzanej w instalacjach odnawialnego źródła energii, ciepła użytkowego w wysokosprawnej kogeneracji lub ciepła odpadowego z instalacji przemysłowych.

Ponadto odpowiedni minister odpowiedzialny za sprawy gospodarcze ma obowiązek okresowego przedstawiania szczegółowego wykazu przedsięwzięć służących poprawie efektywności energetycznej w postaci obwieszczenia w Monitorze Polskim. Taki wykaz został przedstawiony na przykład w obwieszczeniu w Monitorze Polskim z dnia 11 stycznia 2013 r. poz. 15 i może służyć pomocą przy formułowaniu przedsięwzięć w każdej jednostce wykorzystującej nośniki energii w swojej działalności.

2. Audyting energetyczny i zasady jego wykonywania

2.1. Wprowadzenie

Audyting energetyczny oznacza procedurę postępowania o charakterze rzeczoznawczym, która obejmuje analizę wykorzystania energii w jednostce gospodarczej oraz sformułowanie na tej podstawie propozycji przedsięwzięć usprawniających użytkowanie energii. Efektem wykonanego audytingu energetycznego jest raport, zwany *audytem energetycznym*, który stanowi podstawę do przygotowania i realizacji programu poprawy efektywności wykorzystania energii w danej jednostce gospodarczej.

Audyting energetyczny powstał w okresie, kiedy wzrost cen pierwotnych nośników energii, głównie ropy naftowej, wymusił na jednostkach gospodarczych zwiększone zainteresowanie efektywnością wykorzystania energii, szczególnie w sektorze budowlanym i przemysłowym. Zainicjowany w USA pod koniec lat 70. XX wieku, szybko zyskał szerokie rozpowszechnienie w wielu krajach uprzemysłowionych, gdzie procedura postępowania według zasad audytingu energetycznego była wykorzystywana głównie w celu poprawy kondycji finansowej użytkowników energii. Również był wykorzystywany w krajach o niższym poziomie rozwoju, za pośrednictwem ekspertów działających głównie w ramach ONZ-towskich organizacji międzynarodowych UNIDO (ang. *United Nations Industrial Development Organization*, Organizacja Narodów Zjednoczonych do spraw Rozwoju Przemysłowego) i DTCD (ang. *Department of Technical Cooperation for Development* (*United Nations*)), prowadzących działalność na rzecz rozwoju gospodarczego zacofanych regionów świata, finansowaną w ramach programu UNDP (ang. *United Nations Development Programme*, Program Narodów Zjednoczonych ds. Rozwoju).

Faktem, który uzasadniał wprowadzenie procedury audytingu energetycznego, był znaczący udział kosztów energii w kosztach działalności gospodarczej. Wsparcie stanowiła również rosnąca niepewność w zakresie zaopatrzenia w nośniki energii. W latach 80. XX wieku audyting energetyczny został znacznie rozpowszechniony w wielu krajach jako podstawowe i skuteczne narzędzie w dążeniu do zmniejszenia kosztów zużycia energii i kosztów działalności gospodarczej. W latach 90. XX wieku zyskał dalsze rozpowszechnienie w wielu krajach, w których dokonała się transformacja systemu gospodarczego, w tym również w Polsce. W tych krajach nastąpiły zmiany strukturalne i urealnienie zaniżonych wcześniej cen nośników energii, co sprzyjało unowocześnieniu działalności gospodarczej z uwzględnieniem oszczędnego gospodarowania energią, w czym przydatny był audyting energetyczny.

W budownictwie, w którym istniał i nadal istnieje znaczny potencjał oszczędności energii, ze względu na wysokie koszty materiałów i robót budowlanych opłacalność modernizacji nie była tak wysoka, jak w przemysłowych jednostkach gospodarczych. Między innymi z tego powodu w ustawie energetycznej w Stanach Zjednoczonych z 1977 r. wprowadzono wspomaganie z budżetów stanowych w zakresie termomodernizacji budynków użyteczności publicznej (szpitali, szkół, przedszkoli), które miały problemy z ponoszeniem

wysokich kosztów energii na ogrzewanie. Ustawa przewidywała, że podstawą takiej termomodernizacji będzie audyting energetyczny najpierw wstępny, dla wsparcia zasadności prowadzenia prac, a następnie pełny, wykonany przez uprawnionego eksperta, którego już w ówczesnej ustawie nazwano audytorem energetycznym.

W latach 90. XX wieku zainteresowanie zmniejszeniem zużycia energii zyskiwało już dodatkowe argumenty, które dyktowała potrzeba ochrony środowiska. Rozpoczęło się formułowanie strategii zrównoważonego rozwoju gospodarczego i społecznego oraz narzędzi jego realizacji. Jednym z istotnych zadań rozpatrywanych w ramach tej strategii było dążenie do zmniejszenia zużycia energii pozyskiwanej z paliw kopalnych, w dużym stopniu odpowiedzialnej za degradację środowiska naturalnego, oraz promocji stosowania energii ze źródeł odnawialnych.

Podobnie jak w ustawie energetycznej w Stanach Zjednoczonych z 1977 r. w odniesieniu do budynków, również w Polsce audyting energetyczny stał się obowiązkowym składnikiem przedsięwzięcia termomodernizacyjnego realizowanego według ustawy z 1998 r. (Ustawa z dnia 18 grudnia 1998 r. o wspieraniu przedsięwzięć termomodernizacyjnych, Dz.U. 1998 nr 162 poz. 1121 – akt prawny uchylony, obecnie obowiązuje [U9]). Bowiem zgodnie z zapisami tej ustawy tzw. premię termomodernizacyjną mógł otrzymać inwestor, który zrealizował przedsięwzięcie termomodernizacyjne według zakresu wskazanego w audycie energetycznym, uzasadniającym odpowiedni poziom zmniejszenia zużycia energii. Od 19 marca 2009 r. obowiązuje nowa zmieniona ustawa [U9] o termomodernizacji i remontach, która rozszerzyła zakres inwestorów mogących korzystać ze wsparcia finansowego przy modernizacji obiektów budowlanych. W celu zapewnienia poprawności wykonania analizy i jej wiarygodności co do sformułowania zakresu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, niezbędne jest, aby audyting energetyczny był wykonany przez audytora energetycznego posiadającego odpowiednie kwalifikacje i uprawnienia.

2.2. Podstawowe określenia

Audyting energetyczny stanowi procedurę, która z definicji ma wspomagać działania zmierzające do zmniejszenia zużycia i kosztów energii, co pośrednio prowadzi do zmniejszenia obciążenia środowiska. Prawdopodobnie w przyszłości właśnie oddziaływanie na środowisko i koszty jego ochrony będą w znacznie większym stopniu decydować o kosztach produkcji i o potrzebie oszczędności energii.

Audyting energetyczny może być wykonany dla dowolnej jednostki gospodarczej (przemysłowej, komunalnej, rolniczej) lub innego użytkownika energii (zakłady służby zdrowia, jednostki sportowe, administracyjne), również dla osób fizycznych, u których istnieje potrzeba przeprowadzenia analizy w zakresie poprawy efektywności energetycznej. Może zapoczątkować zorganizowane systematyczne działania danej jednostki w celu poprawy efektywności użytkowania energii oraz zmniejszenia kosztów energii i obciążenia środowiska.

Audytor energetyczny jest specjalistą w zakresie znajomości środków technicznych oszczędnego gospodarowania energią i ochrony środowiska oraz w zakresie finansowania inwestycji energooszczędnych, działającym jako niezależny, obiektywny doradca. Celem działania audytorów jest pomoc inwestorom w osiąganiu wysokiej efektywności inwestycji energooszczędnych oraz pomoc bankom w zapewnieniu bezpieczeństwa kredytowego przy celowym wykorzystaniu kredytów.

Podstawowym zadaniem audytorów jest analiza i ocena obiektów (zakładów przemysłowych, instalacji technologicznych, obiektów energetycznych, budynków), a także projektów tych obiektów pod względem istniejącego lub przewidywanego zużycia energii oraz rozpatrzenie możliwych do zastosowania środków technicznych racjonalizacji, przygotowanie wstępnej wyceny kosztów przedsięwzięcia inwestycyjnego, dokonanie oceny opłacalności ekonomicznej różnych jego wariantów i przedstawienie propozycji przedsięwzięcia charakteryzującego się odpowiednim poziomem opłacalności. Stosowana jest standardowa metodyka wykonywania audytingu, w tym wcześniej przygotowane formularze ułatwiające ocenę obiektów.

W praktyce często realizuje się audyting energetyczny, który obejmuje niepełny zakres branych pod uwagę instalacji i urządzeń w przedsiębiorstwie. Ma to miejsce wtedy, gdy gospodarka energetyczna wydziału nie ma istotnych powiązań międzygałęziowych, dane urządzenie czy instalacja nie ma powiązań z innymi instalacjami czy urządzeniami i mogą być rozpatrywane niezależnie. Przykładem może być analiza zużycia energii wydziału walcowni, w której zainstalowano kilka pieców pokrocznych opalanych olejem opałowym i nie występują inne paliwa, które mogłyby zastąpić paliwo dotychczas stosowane. Innym przykładem może być również system elektryczny w zakładzie przy poborach z sieci lub wyodrębniony system oświetleniowy, który może być rozpatrywany samodzielnie.

Realizacja celów audytingu energetycznego wymaga wielu działań wykonywanych zgodnie z określoną kolejnością ustalaną podczas wieloletniej praktyki jego wykonywania. Audyting energetyczny zwykle jest wykonywany etapowo w działaniach według następującej kolejności [34]:

- ustalenie celu i zakresu audytingu energetycznego;
- inwentaryzacja obejmująca zgromadzenie niezbędnego zbioru danych wraz z ich uporządkowaniem i oceną jakości;
- etap identyfikacji, tzn. ocena aktualnego poziomu użytkowania energii;
- określenie miejsc racjonalizacji użytkowania energii i sposobów jej wprowadzenia;
- opracowanie propozycji wykonalnych technicznie przedsięwzięć prowadzących do osiągnięcia ustalonego celu i zakresu;
- ocena efektywności ekonomicznej przedsięwzięć oraz wybór przedsięwzięć do realizacji;
- przygotowanie sprawozdania końcowego (raportu) ze wskazaniem przedsięwzięć proponowanych do realizacji. W tej pracy przedmiotem zainteresowania jest głównie audyting energetyczny obiektów budowlanych, którego zasady wykonywania zostały

w całości sformalizowane w aktualnej ustawie [U9] i rozporządzeniach [R11, R12]. Natomiast zasady wykonywania audytingu energetycznego jednostek gospodarczych, zwłaszcza przemysłowych, są bardziej szczegółowo omawiane w pracy [36].

2.3. Wykonywanie audytingu energetycznego

2.3.1. Przygotowanie do wykonywania audytingu

W ramach etapu przygotowawczego do audytingu przewidziane są następujące czynności [34, 36]:

- wstępna wizyta w jednostce gospodarczej połączona ze spotkaniem z dozorem technicznym, której celem jest poznanie wszystkich wydziałów produkcyjnych, ze szczególnym zwróceniem uwagi na urządzenia i instalacje energetyczne; wykonanie schematów układów energetycznych i zebranie charakterystycznych danych dla obiektów energetycznych; pomocne są w tym przypadku gotowe kwestionariusze zawierające pytania o procesy produkcyjne, rodzaj i liczbę stosowanych nośników energii oraz ich pomiary,
- określenie struktury zbioru danych niezbędnych do wykonania audytingu, który winien zawierać: informacje o zużyciu poszczególnych nośników energii z okresu co najmniej dwóch ostatnich lat, dane o jednostkowych kosztach energii wraz z dodatkową informacją o stosowanych taryfach opłat i umowach o dostawę energii, dane o wielkości produkcji oraz o wydajności urządzeń, instalacji lub linii technologicznych, charakterystyki energetyczne urządzeń energetycznych i energotechnologicznych; dane porównawcze dla gałęzi gospodarki, w której rozpatrywana jednostka funkcjonuje.

Przy wykonywaniu szczegółowej analizy energetycznej można wyróżnić dwa skrajne podejścia określone ilością dostępnych informacji:

- istnieje system pomiarów i monitoringu danych i w związku z tym są dostępne wszystkie podstawowe informacje określające ilości zużywanych nośników energii i ich parametry, a także dane określające zużycie surowców i wielkość produkcji wyrobów;
- nie istnieje system pomiarów i monitoringu danych, a są dostępne jedynie informacje o dostawach nośników energii określone na przykład na podstawie faktur i ponoszonych opłat za nośniki energii i gospodarcze wykorzystanie środowiska; dostępne są również dane o wielkości produkcji.

W pierwszym przypadku istnieje możliwość bezpośredniego wyznaczenia wielkości, które audytor zaakceptuje jako podstawę do oceny efektywności użytkowania energii. Niezbędne jest jednak zastosowanie odpowiedniej procedury w celu sprawdzenia poprawności działania systemu pomiarowego. Natomiast takie możliwości nie istnieją w drugim przypadku. Dlatego przy ograniczonej liczbie danych dostępnych u wytwórcy audytor powinien przeznaczyć znacznie więcej czasu na wykonanie ewentualnych pomiarów i gromadzenie danych oraz na ich odpowiednią weryfikację.

W praktyce najczęściej mamy do czynienia z sytuacją pośrednią, to znaczy dostępna jest pewna liczba danych, niekiedy mało wiarygodnych, które pozostają audytorowi do wykorzystania w analizie gospodarki energetycznej po odpowiedniej weryfikacji.

2.3.2. Opracowanie zbioru danych o użytkowaniu energii

Podstawą uzyskania poprawnych wyników analizy użytkowania energii w przedsiębiorstwie (audytingu) są wiarygodne informacje o zużyciu stosowanych w przedsiębiorstwie nośników energii bezpośrednio w roku poprzedzającym okres, w którym jest wykonywany audyting, oraz o produkcji wyrobów w tym samym okresie.

Zbiór danych o użytkowaniu energii jest kompletowany na podstawie sprawozdawczości zakładowej oraz własnych zapisów audytora, uzyskanych w czasie wizyty oraz własnych obserwacji i pomiarów w przedsiębiorstwie. Zbiór danych ze sprawozdawczości zakładowej powinien uwzględniać informacje co najmniej z dwóch ostatnich lat, natomiast dane szczegółowe do analizy powinny pochodzić z okresów miesięcznych odnoszących się do tych lat.

Zbiór danych o zużyciu energii należy uzupełnić informacją o wielkości produkcji każdego produkowanego w przedsiębiorstwie wyrobu lub grupy wyrobów, produkowanych według zbliżonych technologii.

Informacje o procesach produkcyjnych i urządzeniach powinny zawierać:

- plan sytuacyjny jednostki;
- schematy poszczególnych wydziałów produkcji;
- schematy procesów produkcji z naniesionymi parametrami i strumieniami wszystkich czynników;
- schemat gospodarki elektroenergetycznej;
- schemat gospodarki gazoenergetycznej;
- schemat gospodarki cieplnej zakładu (sieć rozpływu pary i powrotu skroplin, wody grzewczej, ciepłej wody);
- schemat gospodarki sprężonym powietrzem i innymi gazami technicznymi (tlen techniczny, azot techniczny);
- schemat sieci chłodniczej;
- schemat gospodarki wodno-ściekowej;
- schematy systemu ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji;
- schematy podstawowych energotechnologicznych urządzeń i linii produkcyjnych oraz odpowiednie instrukcje technologiczne tych urządzeń.

Informacje o planach jednostki dotyczących zamierzeń powinny obejmować następujące zakresy:

- instalowanie nowych urządzeń i linii produkcyjnych;
- wyłączenia z ruchu eksploatowanych urządzeń i linii produkcyjnych;
- modernizacja istniejących urządzeń i linii produkcyjnych.

Zbiór informacji o ruchu przedsiębiorstwa i przebiegu procesów produkcyjnych powinien zawierać:

- harmonogram produkcji z uwzględnieniem zróżnicowania między wydziałami i charakteru zmian w poszczególnych latach;
- planowane przerwy w ruchu zakładu (okresy urlopowe, planowane przerwy na remonty i naprawy bieżące, przerwy socjalne) oraz charakter ruchu urządzeń w czasie tych przerw;
- częstotliwość i długotrwałość przypadkowych przerw w ruchu przedsiębiorstwa;

- charakter procesów produkcyjnych – ciągły czy okresowy, zależny od obciążenia jednostki.

Po skompletowaniu zbioru danych o użytkowaniu energii w jednostce gospodarczej prowadzi się wstępną analizę zebranych informacji. Porównywane są wówczas informacje uzyskane ze sprawozdawczości jednostki z własnymi obserwacjami i ustaleniami audytora. W przypadku rozbieżności konieczna jest weryfikacja lub pozyskanie dodatkowych danych. Należy przy tym zwrócić uwagę na porównywalność warunków eksploatacji dla zebranych informacji własnych i uzyskanych ze sprawozdawczości jednostki.

2.3.3. Obserwacje przebiegu procesów produkcji i pomiary

Źródłem informacji do ilościowej oceny użytkowania energii są pomiary eksploatacyjne i pomiary wykonywane przez zespół audytorski, których wynik wraz ze zbiorem danych o użytkowaniu energii w przedsiębiorstwie, omówionym poprzednio, stanowi podstawę do wykonania tego etapu audytingu. Warunkiem wykonania tego etapu audytingu energetycznego jest poznanie przez audytora i jego zespół całości procesów energetycznych i technologicznych oraz istniejących między nimi zależności.

W przedsiębiorstwach, w których już wprowadzono proste i łatwe do realizacji przedsięwzięcia, wprowadzenie następnych jest trudniejsze technicznie i wiąże się z poważniejszymi nakładami finansowymi. Jednak w dalszym ciągu istnieje również dla tych przedsiębiorstw duży potencjał oszczędności energii zwłaszcza w procesach produkcyjnych. W tych przypadkach sformułowanie przedsięwzięć usprawniających użytkowanie energii wymaga zwykle dłuższego czasu ze względu na dokładniejszą analizę i większą liczbę pomiarów.

Pomiary eksploatacyjne mogą być wykorzystywane w dwóch aspektach:

- do oceny wartości chwilowego zużycia nośników energii;
- do określenia rocznego zużycia nośników energii na podstawie rejestrowanych w zakładzie wyników pomiarów eksploatacyjnych; dane powinny być gromadzone dla typowego okresu rocznego uznanego za typowy z punktu widzenia wyników produkcji i charakteru ruchu procesów produkcji.

Pomiary specjalne wymagają odrębnego przygotowania zespołu niezbędnych przyrządów pomiarowych i skompletowania grupy pomiarowej. W opracowaniu wyników tych pomiarów należy stosować metody z wykorzystaniem rachunku wyrównawczego. Ze względu na dużą pracochłonność pomiary specjalne wykonuje się w przypadkach procesów, które zużywają najwięcej energii lub wówczas, gdy pomiary eksploatacyjne są niekompletne lub mało wiarygodne.

Informacje dotyczące charakteru ruchu jednostki i przebiegu procesu produkcyjnego są niezbędne do określenia zużycia energii i opracowania propozycji przedsięwzięć usprawniających jej użytkowanie. Jedynie w nielicznych zakładach dane te są dostępne w postaci zarchiwizowanych dokumentów. Dlatego uzyskuje się je z bezpośredniej obserwacji procesów, w wyniku pomiarów lub weryfikacji informacji otrzymanych od pracowników przedsiębiorstwa. Opracowany na podstawie zebranych informacji dokument powinien zawierać odpowiedzi na poniżej sformułowane pytania.

- Jaki jest harmonogram produkcji (czas pracy w tygodniu, miesiącu, roku)?
- Czy istnieją planowane wakacje oraz przerwy na naprawy bieżące i remonty (niezbędny jest szczegółowy opis tych przerw)?
- Czy ruch zakładu jest zatrzymywany w czasie przerwy śniadaniowej i w innych, zdarzających się okresowo, okolicznościach – określić liczbę godzin dziennie; czy urządzenia produkcyjne są w tym okresie wyłączane z ruchu czy też pozostawione na biegu luzem?
- Czy opisany dotychczas harmonogram przebiegu procesów produkcyjnych jest niezmienny, czy zmienia się w ciągu roku?
- Czy są wydziały, które pracują według innych harmonogramów?
- Jak często produkcja jest przerywana w wyniku przypadkowych przerw w ruchu; jak długo trwają takie nieplanowane przerwy?
- Jakie jest normalne obciążenie zakładu; pełne czy częściowe?
- Czy przebieg procesów technologicznych jest ciągły czy okresowy?
- Czy były zmiany w charakterze ruchu zakładu w ciągu ostatnich 2 lat i czy przewiduje się podobne zmiany w roku przyszłym?

2.3.4. Zestawienie bilansu energii

Zestawienie bilansu energii powinno dotyczyć roku uznanego za typowy. Zalecane jest sporządzenie bilansu energii zgodnie ze strukturą liniowego modelu matematycznego bilansu energii opisanego w [112]. Opracowany dla konkretnej jednostki gospodarczej model matematyczny należy poddać weryfikacji, wykonując bilans energii dla roku, dla którego zgromadzono najpełniejsze dane. Bilans energii sporządzony dla okresu retrospektywnego daje możliwość sprawdzenia założeń upraszczających przyjętych przez audytora oraz danych uzyskanych ze sprawozdawczości energetycznej jednostki. Praktycznie można liczyć się z 5–10-procentową różnicą między ilością energii doprowadzonej a ilością energii zużytej przez odbiorców, oszacowanej na podstawie ewidencji zakładu. Doprowadzenie do zgodności bilansu wymaga korekty danych i ponownej analizy założeń upraszczających. Zweryfikowany model może być następnie zastosowany do wykonania bilansu energii dla roku typowego, stanowiącego podstawę do analizy efektów uzyskanych dzięki zastosowaniu wyników audytingu oraz może być przydatny do analizy systemowej racjonalizacji gospodarki energetycznej zakładu przemysłowego [112].

Energia odpadowa w jednostce gospodarczej może stanowić nawet 50–60% energii doprowadzonej. Zasoby energii odpadowej można ocenić według metody analizy procesów lub za pomocą metody systemowej [112]. Efekty energetyczne wykorzystania energii odpadowej ocenia się za pomocą wyżej wspomnianych metod.

2.3.5. Sformułowanie propozycji przedsięwzięć usprawniających użytkowanie energii

Na tym etapie audytingu energetycznego, przy wykorzystaniu informacji uzyskanych wcześniej i uzyskanych

wyników obliczeń, są formułowane przede wszystkim propozycje przedsięwzięć usprawniających użytkowanie energii oraz jest analizowana zasadność ich zastosowania [36]. Etap ten jest realizowany głównie w trzech działaniach:

- określenie przedsięwzięć racjonalizujących użytkowanie energii;
- analiza technicznych możliwości wykonania przedsięwzięć, która powinna obejmować zarówno ocenę ich poprawności technicznej, jak również analizę ich wpływu na procesy produkcyjne w zakładzie;
- analiza wpływu proponowanych przedsięwzięć na warunki środowiska pracy i środowisko zewnętrzne.

Zwykle wyróżnia się trzy podstawowe rodzaje działań prowadzących do zmniejszenia zużycia energii:

- bezpośrednie przedsięwzięcia oszczędnościowe (np. poprawa izolacji cieplnej, zmniejszenie liczby punktów świetlnych);
- odzyskiwanie energii odpadowej (wewnętrzne i zewnętrzne wykorzystanie);
- substytucja nośników energii (zastępowanie droższych nośników energii tańszymi).

2.3.6. Obliczanie energetycznych efektów modernizacji

W analizach gospodarki energetycznej w obiektach budowlanych zwykle rozpatruje się pewną liczbę przedsięwzięć usprawniających użytkowanie energii, przy czym każde z przedsięwzięć, na przykład kompleksowa termomodernizacja obiektu budowlanego, może składać się z wielu pojedynczych usprawnień (zabiegów) cząstkowych.

Przy rozpatrywaniu problemu termomodernizacji budynku w zakresie jego obudowy i instalacji ogrzewania usprawnieniami cząstkowymi są najczęściej następujące działania: zwiększenie izolacyjności cieplnej ścian zewnętrznych, wymiana okien i drzwi na nowe o korzystniejszej charakterystyce energetycznej, modernizacja instalacji ogrzewania, wprowadzenie automatyki pogodowej, zwiększenie izolacyjności cieplnej stropodachu i stropu nad ogrzewanymi piwnicami, zmniejszenie strumienia powietrza wentylacyjnego, zastosowanie odzysku ciepła w układzie wentylacji.

Zarówno realizowane przedsięwzięcia, jak i tworzące to przedsięwzięcie usprawnienia cząstkowe mogą być wzajemnie zależne lub niezależne. Przy opisie przedsięwzięcia składającego się z wielu usprawnień cząstkowych usprawnienia wzajemnie zależne występują wtedy, gdy nie ma możliwości wyodrębnienia energii związanej z danym usprawnieniem. Ilościowa zmiana zużycia energii wynikająca z realizacji usprawnienia zależnego wpływa jedynie na całkowitą ilość zużycia energii związaną z przedsięwzięciem. Gdy rozpatruje się pojedyncze usprawnienie w zbiorze realizowanych usprawnień wzajemnie zależnych, wówczas można stwierdzić, że energia z nim związana zależy od kolejności, w jakiej ten zabieg jest realizowany.

Przyjmuje się często zasadę, że obliczona oszczędność zużycia energii dla każdego z rozpatrywanych zabiegów odnosi się do tej samej podstawy, to znaczy do zużycia energii przed realizacją usprawnień. Oznacza to, że zmniejszenie zużycia energii, powodowane przez każdy zabieg wchodzący w skład złożonego przedsięwzięcia, powinno być obliczane tak, jak gdyby to było jedyne przedsięwzięcie brane pod uwagę. Gdy usprawnienia są wzajemnie zależne, otrzymane w ten sposób wartości zmniejszenia zużycia energii są błędne, ponieważ ich wartości zależą od kolejności realizacji.

Obliczanie wartości bezwzględnych oszczędności energii wykonywane podczas prowadzenia analizy przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wymaga szczególnej uwagi, ponieważ oszczędności te zależą od kolejności realizacji zabiegów cząstkowych.

W celu uniknięcia trudności w obliczaniu bezwzględnej wartości zmniejszenia zużycia energii w prowadzonych obliczeniach opracowano metodykę postępowania [32, 36], w której podstawą są względne oszczędności energii uzyskiwane w poszczególnych usprawnieniach cząstkowych.

Zmniejszenie zużycia (oszczędność) energii w całym przedsięwzięciu modernizacyjnym określa różnica

$$-\Delta E = E_0 - E_n \qquad (1)$$

gdzie:

E_0 – zużycie energii przed realizacją przedsięwzięcia;

E_n – zużycie energii po realizacji przedsięwzięcia złożonego z n zabiegów.

Względne zmniejszenie zużycia (oszczędność) energii w całym przedsięwzięciu definiuje wzór

$$\omega = \frac{-\Delta E}{E_0} \qquad (2)$$

Zabiegi cząstkowe realizowane jako składniki przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku są wzajemnie zależne, co sprawia, że bezwzględne oszczędności energii przyporządkowane do tych zabiegów zależą od kolejności ich realizacji.

Wartości oszczędności energii w poszczególnych zabiegach posłużyły do obliczenia zmniejszenia kosztów energii w tych zabiegach, które przeprowadzono, obliczając najpierw całkowite zmniejszenie kosztów energii w przedsięwzięciu, a następnie zmniejszenie tych kosztów przypadające na zaoszczędzoną jednostkę energii. Obliczenia dokonano na podstawie zużycia energii i mocy zamówionej przed i po modernizacji oraz odpowiedniej taryfy opłat. W wyniku obliczeń ustalono, że zmniejszenie kosztów energii przypadające na zaoszczędzoną jednostkę energii wynosi 42,5 zł/GJ. Na tej podstawie obliczono wartości zmniejszenia kosztu zużycia energii przypadające na każdy zabieg w przedsięwzięciu oraz odpowiedni okres zwrotu nakładów.

Realizacja wszystkich proponowanych zabiegów zestawionych prowadzi do zmniejszenia zużycia ciepła o 1141 GJ/rok, czyli o 53,7% w stosunku do wartości zużycia przed modernizacją wynoszącej 2124,7 GJ/rok. Dzięki zmniejszeniu zużycia ciepła i mocy cieplnej można uzyskać zmniejszenie kosztów ciepła również o ok. 54%. Odpowiedniemu obniżeniu ulegnie także obliczeniowy wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania z wartości wynoszącej 174,8 kWh/(m^2·a) przed modernizacją do 80,9 kWh/(m^2·a) po modernizacji.

Obliczanie zmniejszenia zużycia (oszczędności) nośników energii dla poszczególnych cząstkowych (elemen-

tarnych) zabiegów jest wykonywane na podstawie odpowiedniej analizy energetycznej. Procedura obliczania może być niekiedy bardzo prosta, a w skrajnych przypadkach może wymagać obliczeń przy zastosowaniu bardzo pracochłonnego i złożonego modelu matematycznego. Czasami audytor ma możliwość kierować się jedynie danymi empirycznymi mówiącymi o względnym zmniejszeniu zużycia energii, które może zapewnić dany zabieg lub przedsięwzięcie. Praktycznie jednak w każdym przypadku niezbędne jest poczynienie wielu założeń upraszczających, które mogą znacząco wpływać na uzyskany wynik analizy energetycznej.

2.4. Uwagi o audytingu energetycznym obiektów budowlanych

W związku z ustawą o wspieraniu przedsięwzięć termomodernizacyjnych [U9] w odniesieniu do budynków mieszkalnych i użyteczności publicznej wprowadzono pewną formę standardowego audytingu energetycznego, którego zakres i sposób wykonywania jest określony ściśle w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury [R12]. Zasady wykonywania tego audytingu są zgodne z omawianymi w tej pracy ogólnie stosowanymi zasadami, jednak w celu ujednolicenia sposobu podejścia w staraniach o uzyskanie premii termomodernizacyjnej, przewidzianej ustawą [U9], wszystkie zasadnicze kroki postępowania w zakresie wykonywania tego audytingu zostały jednoznacznie zdefiniowane. W konsekwencji otrzymuje się wyniki przygotowane w zunifikowanej formie, zapewniające określony poziom porównywalności i wiarygodności opracowania końcowego. Ułatwiona jest możliwość przeprowadzenia weryfikacji poprawności i zasadności sformułowanych propozycji przedsięwzięć oraz ocena stopnia zgodności wyników audytingu z wymaganiami oszczędności energii sformułowanymi w ustawie [U9] oraz wymaganiami w zakresie efektywności ekonomicznej proponowanych przedsięwzięć. ■

Bibliografia dostępna pod linkiem:
nis.com.pl/bibliografia.html

Fragment pochodzi z książki:
Efektywność energetyczna w działalności gospodarczej, Jan Górzyński,
Wydawnictwo Naukowe PWN,
Warszawa 2017

WYDARZENIA

● **Apple inwestuje w Niemczech**

Apple buduje Europejskie Centrum Projektowania Krzemu w Monachium, rozszerzając swoją obecną działalność w niemieckim centrum inżynieryjnym inwestycją o wartości ponad miliarda euro.

Gigant planuje zatrudnić setki nowych pracowników, a w ramach zaangażowania kapitałowego powstanie nowy obiekt skoncentrowany na łączności i technologiach bezprzewodowych. Obecnie firma posiada duże centrum inżynieryjne w Monachium, w którym pracuje prawie 1500 inżynierów z 40 krajów w takich obszarach, jak projektowanie zarządzania energią, procesory aplikacyjne oraz technologie bezprzewodowe.

– Jestem bardzo podekscytowany nadchodzącymi odkryciami, za którymi stać będą nasze zespoły inżynierów z Monachium. Pośród wielu innych zadań skupią się na odkrywaniu nowych granic technologii 5G – powiedział w oświadczeniu Tim Cook, dyrektor generalny Apple.

Nowy obiekt będzie zlokalizowany w centrum Monachium i zasilany w pełni energią odnawialną, podobnie jak inne globalne biura Apple. Firma planuje rozpocząć wprowadzanie się do nowego budynku pod koniec 2022 roku.

Źródło: mashable

● **Nowe autonomiczne roboty do magazynów**

Z powodu obecnej pandemii ludzie przenieśli swoje zakupy do Internetu na niespotykaną dotąd skalę. Oznacza to, że magazyny dystrybucyjne stały się bardzo ruchliwymi miejscami, w których towary muszą być transportowane w sposób szybki i bezpieczny. Z pomocą przychodzi LoadRunner.

Został opracowany przez inżynierów z Niemieckiego Instytutu Przepływu Materiałów i Logistyki im. Fraunhofera. Stanowi płaski, mobilny, wielokierunkowy i autonomiczny pojazd, który może poruszać się z prędkością do 10 m/s.

Każda jednostka, napędzana czterema silnikami elektrycznymi, może przenosić ładunek o masie do 30 kilogramów, poruszając się po magazynie pewnie dzięki wbudowanym kamerom, które wykrywają określone punkty orientacyjne w zakładzie. Kiedy LoadRunner dociera do celu, hamuje w taki sposób, aby ładunek zsuwał się z pojazdu na platformę dostawczą.

Pojedyncze jednostki komunikują się ze sobą za pośrednictwem 5G, działając w ramach roju, w ramach którego unikają kolizji. Pozwala to również dwóm lub większej ilości pojazdów na współpracę podczas przewożenia ładunku w przypadku, gdy towar okaże się zbyt ciężki. Alternatywnie każdy pojazd może również holować ładunek za pomocą maksymalnie czterech połączonych ze sobą przyczep.

W ostatnio przeprowadzonym teście rzeczywistym grupa około 60 LoadRunnerów z powodzeniem była w stanie przeładować 13 000 paczek w ciągu godziny. Fraunhofer opracowuje obecnie wersję pojazdu przeznaczoną do użytku zewnętrznego, która mogłaby zostać wykorzystana w aplikacjach, takich jak przemieszczanie towarów między magazynami, a nawet holowanie wózków bagażowych na lotniskach.

Źródło: newatlas

BIBLIOTEKA

Sylwia Wojciechowska-Filipek
Funkcjonowanie organizacji w wirtualnym świecie (wyd. II)
Wydawnictwo CEDEWU
Rok wydania: 2018

Technologia informacyjno-komunikacyjna zawsze miała silny wpływ na organizacje i społeczeństwo. Prawdziwą rewolucję przyniósł jednak Internet, bowiem umożliwił funkcjonowanie w cyberprzestrzeni organizacji, które coraz chętniej przenoszą pewne obszary swojej działalności do wirtualnego świata. Przeniesienie całej działalności do sieci nie jest jednak rozwiązaniem możliwym dla każdej organizacji. Dotyczy to zwłaszcza organizacji zhierarchizowanych – przedsiębiorstw produkcyjnych, instytucji finansowych, administracji publicznej czy służb mundurowych, które chcą i muszą prowadzić część swojej działalności w sposób tradycyjny. Organizacje zhierarchizowane z sukcesem jednak uzupełniają swoją tradycyjną działalność o różne wirtualne rozwiązania, takie jak strony internetowe (zawierające, poza informacjami, interaktywne funkcjonalności), praca zdalna, symulatory, gry decyzyjne i inne, opisane w tej publikacji.

Arkadiusz Świadek
Krajowy System Innowacji 2.0
Wydawnictwo CEDEWU
Rok wydania: 2021

Niniejsza książka jest kwintesencją i zwieńczeniem 12 lat pracy naukowo-badawczej autora wraz z pracownikami Katedry Innowacji i Przedsiębiorczości oraz studentami Uniwersytetu Zielonogórskiego. W tym czasie przebadano ankietowo ponad 15 tys. przedsiębiorstw przetwórstwa przemysłowego w Polsce w poszukiwaniu systemowych prawidłowości w zakresie realizowanej tam działalności innowacyjnej.

Holizm, ewolucjonizm i instytucjonalizm stały u podstaw przyjętego tu konstruktu badawczego. Reguł rządzących systemem nie można zrozumieć z perspektywy jednostki (przedsiębiorstwa) i uogólnień metodą dedukcji, przeniesienia ich na pełną zbiorowość podmiotów gospodarczych. Stąd koncept, aby zbadać możliwie dużą ich grupę i ocenić, jakie zasady rządzą krajowym systemem innowacji w Polsce. To autorskie studium badawcze bazuje na jedno- i wieloczynnikowych modelach probitowych i logitowych wyestymowanych na grupach 5209 i 6284 przedsiębiorstw przemysłowych w dwóch okresach – lata 2009–2013 i 2013–2018, wzbogaconych o walidację statystyczną. Próba dwukrotnego przebadania blisko 80 tys. przedsiębiorstw trwała 10 lat. Poza autorskim systemowym badaniem ankietowym autor skorzystał z danych skumulowanych, udostępnionych przez Główny Urząd Statystyczny i Stowarzyszenie Organizatorów Ośrodków Innowacji i Przedsiębiorczości w Polsce. Dzięki nim rozszerzono badanie ankietowe o dane ogólnopolskie dla przemysłu, instytucji wsparcia i sfery B+R w Polsce w latach 1994–2018.

Na podstawie przeprowadzonego studium literaturowego i dwóch równoległych badań empirycznych autor sformułował szereg kierunków i uwag, nierzadko krytycznych i zmiennych w czasie, pod adresem prowadzonej w Polsce polityki innowacyjnej, zwracając uwagę na jej częstą nieadekwatność w stosunku do potrzeb gospodarki. Specyfika kraju i poziom jego dojrzałości społeczno-ekonomicznej to naturalne okoliczności wymagające uwzględnienia w programowaniu długofalowego rozwoju.

Katarzyna Brożek
Badania empiryczne innowacyjności przedsiębiorstw w krajach Grupy Wyszehradzkiej. Studium przypadku
Wydawnictwo CEDEWU
Rok wydania: 2020

Problematyka innowacyjności przedsiębiorstw jest uznawana współcześnie za bardzo istotne zagadnienie, mające duże znaczenie dla rozwoju całokształtu gospodarki na różnym poziomie gospodarowania. Intencją autorki było zwrócenie uwagi na istnienie kwestii związanych z istotą i rolą innowacyjności w relacji do przedsiębiorstw, regionów i układów międzynarodowych, co oznacza badanie interakcyjności innowacji pomiędzy różnymi poziomami gospodarowania. Jest to ważne zagadnienie, gdyż współcześnie innowacje i innowacyjność zarówno z punktu widzenia pojedynczych podmiotów gospodarczych, jak i gospodarek narodowych, powinny być traktowane jak rozbudowane wewnętrznie zestawy środków służących podnoszeniu sprawności działania, budowaniu silnej pozycji konkurencyjnej, uzyskiwaniu korzyści ekonomicznych na poziomach mikro (przedsiębiorstw), mezo (sektorów, regionów) oraz makro (kraju i świata).

Monografia traktuje o innowacyjności jako kreatorze rozwoju przedsiębiorstw i wzrostu gospodarczego krajów Grupy Wyszehradzkiej. Przedstawiono w niej analizę m.in.:

- wskaźników innowacyjności przedsiębiorstw w Polsce;
- wskaźników innowacyjności przedsiębiorstw w krajach Grupy Wyszehradzkiej;
- wpływu wybranych czynników na rozwój przedsiębiorstw w Polsce;
- wpływu innowacyjności na wzrost gospodarczy krajów Grupy Wyszehradzkiej.

Z recenzji prof. dr. hab. Sławomira I. Bukowskiego:

Podjęty temat badawczy, problemy badawcze są zasadne i aktualne z punktu widzenia obecnych tendencji w gospodarce. Sformułowane w pracy hipotezy badawcze są poprawne. Struktura pracy jest również właściwa. (...) Recenzowana praca może być wartościową publikacją o charakterze podręcznika do ćwiczeń dla studentów studiów ekonomicznych.

Tematyka – 2021 rok

redakcja.nis@drukart.pl • tel. 32 755 19 17 • www.nis.com.pl

napędy i sterowanie
miesięcznik naukowo-techniczny

Numer, miesiąc wydania	Temat przewodni numeru	Uzupełnienie tematyki
1 (261) Styczeń	**PRZEMYSŁ 4.0 TECHNOLOGIE 3D**	• Efektywność w górnictwie • Napędy i sterowania hydrauliczne i pneumatyczne • Systemy mechatroniczne • Monitoring i systemy sterowania • Utrzymanie ruchu • Automatyzacja transportu szynowego • Efektywność w energetyce • Napędy • Oleje, środki smarne
2 (262) Luty	**AUTOMATYZACJA PRODUKCJI EFEKTYWNOŚĆ W ENERGETYCE**	• Bezpieczeństwo w przemyśle • Bezpieczeństwo sieci przemysłowych • Technika przemieszczeń liniowych i montażu • Hydraulika siłowa
3 (263) Marzec	**AUTOMATYKA I ROBOTYKA**	• Nowe technologie • Roboty przemysłowe • Termowizja • Aparatura kontrolno-pomiarowa • Systemy mechatroniczne
4 (264) Kwiecień	**BEZPIECZEŃSTWO W PRZEMYŚLE**	• Hydraulika w technice mobilnej • Sterowanie procesami • Efektywność energetyczna • Systemy transportowe • Wytwarzanie energii ze źródeł konwencjonalnych i odnawialnych • Maszyny i urządzenia dla wodociągów i kanalizacji • Przesył energii • Cyberbezpieczeństwo
5 (265) Maj	**TERMOWIZJA, MONITORING, POMIARY**	• Maszyny i napędy elektryczne • Technologie przyrostowe 3D • Napędy hybrydowe • Diagnostyka i kontrola urządzeń • Przemysłowy Internet Rzeczy (IIoT – *Industrial Internet of Things*)
6 (266) Czerwiec	**PRZEMYSŁ MASZYNOWY, INNOWACJE PRZEMYSŁ 4.0**	• Termowizja, monitoring, układy regulacji • Inteligentny budynek • Robotyka • Oprogramowanie, sieci przemysłowe • Systemy informatyczne
7/8 (267/268) Lipiec/sierpień	**SYSTEMY AUTOMATYZACJI W GÓRNICTWIE AUTOMATYZACJA TRANSPORTU SZYNOWEGO**	• Cyfryzacja w ciągu produkcyjnym • Inteligentne układy zasilania, sterowania • Diagnostyka • Nowe technologie • Silniki elektryczne • Transformatory
9 (269) Wrzesień	**AUTOMATYKA W ENERGETYCE AUTOMATYKA W PRZEMYŚLE SPOŻYWCZYM**	• Efektywność w energetyce • Automatyka w przemyśle maszynowym • Układy regulacji automatycznej • Systemy transportowe • Maszyny i napędy elektryczne • Komponenty do produkcji oraz systemy dla przemysłu
10 (270) Październik	**HYDRAULIKA, PNEUMATYKA I STEROWANIE PRZEMYSŁ 4.0**	• Diagnostyka • Inteligentne układy zasilania • Systemy mechatroniczne • Bezpieczeństwo w przemyśle • Napędy hybrydowe i elektryczne • Oleje, środki smarne • Energia odnawialna
11 (271) Listopad	**AUTOMATYZACJA PRODUKCJI**	• Maszyny i napędy elektryczne • Oprogramowanie, sieci przemysłowe • Technika przemieszczeń liniowych i montażu • Roboty przemysłowe • Sterowniki PLC i systemy sterowania • Systemy transportowe • Innowacje wod.-kan.
12 (272) Grudzień	**CYFRYZACJA W PRZEMYŚLE AUTOMATYZACJA TRANSPORTU SZYNOWEGO**	• Bezpieczeństwo w przemyśle • Systemy mechatroniczne • Napędy elektryczne i hydrauliczne • Inteligentny budynek • Cyberbezpieczeństwo

TEMATYKA

napędy i sterowanie
miesięcznik naukowo-techniczny
Nr 5 (265)
Rok XXIII
Maj 2021

- **Termowizja, monitoring, pomiary**
- Maszyny i napędy elektryczne
- Technologie przyrostowe 3D
- Napędy hybrydowe
- Diagnostyka i kontrola urządzeń
- Przemysłowy Internet Rzeczy (IIoT – *Industrial Internet of Things*)

Promocja pisma zgodnie z planem wydawniczym na www.nis.com.pl
Kontakt: e-mail: redakcja.nis@drukart.pl; tel. 32 755 19 17

1/2021 (261)
2/2021 (262)
3/2021 (263)
4/2021 (264)
5/2021 (265)
6/2021 (266)
7–8/2021 (267–268)
9/2021 (269)
10/2021 (270)
11/2021 (271)
12/2021 (272)

PRENUMERATA

Prenumeratę miesięcznika „Napędy i Sterowanie” można rozpocząć w dowolnym momencie. Cena prenumeraty pozostaje bez zmian, niezależnie od zmiany stawki VAT na czasopismo. Faktura za prenumeratę zostanie przesłana wraz z pierwszym zamówionym egzemplarzem. Koszty przesyłki pokrywa Wydawnictwo. Studenci oraz uczniowie mogą skorzystać z 50-proc. zniżki, przesyłając kserokopię ważnej legitymacji szkolnej. Zniżka obejmuje również szkoły i wyższe uczelnie.

Cena prenumeraty rocznej wynosi 118,80 zł (w tym 8% VAT).

Informacje na temat prenumeraty oraz numerów archiwalnych można uzyskać pod numerem tel./fax: 32 755 15 74.

Miesięcznik „Napędy i Sterowanie” można zaprenumerować, wykorzystując:
– druk zamówienia pobrany z naszej witryny internetowej, www.nis.com.pl/nis/prenumerata;
– pocztę elektroniczną, e-mail: prenumerata@drukart.pl.

lub za pośrednictwem:
– RUCH SA, tel. 801 800 803 lub 22 693 70 00 (godz. 7^{00}–17^{00}) www.prenumerata.ruch.com.pl, prenumerata@ruch.com.pl;
– GARMOND PRESS SA, tel./fax 12 412 75 60;
– Kolporter spółka z ograniczoną odpowiedzialnością sp.k., www.kolporter.com.pl, tel. 41 367 88 88.

XV edycja Konkursu miesięcznika

napędy i sterowanie miesięcznik naukowo-techniczny

PRODUKT ROKU 2020

KATEGORIE:

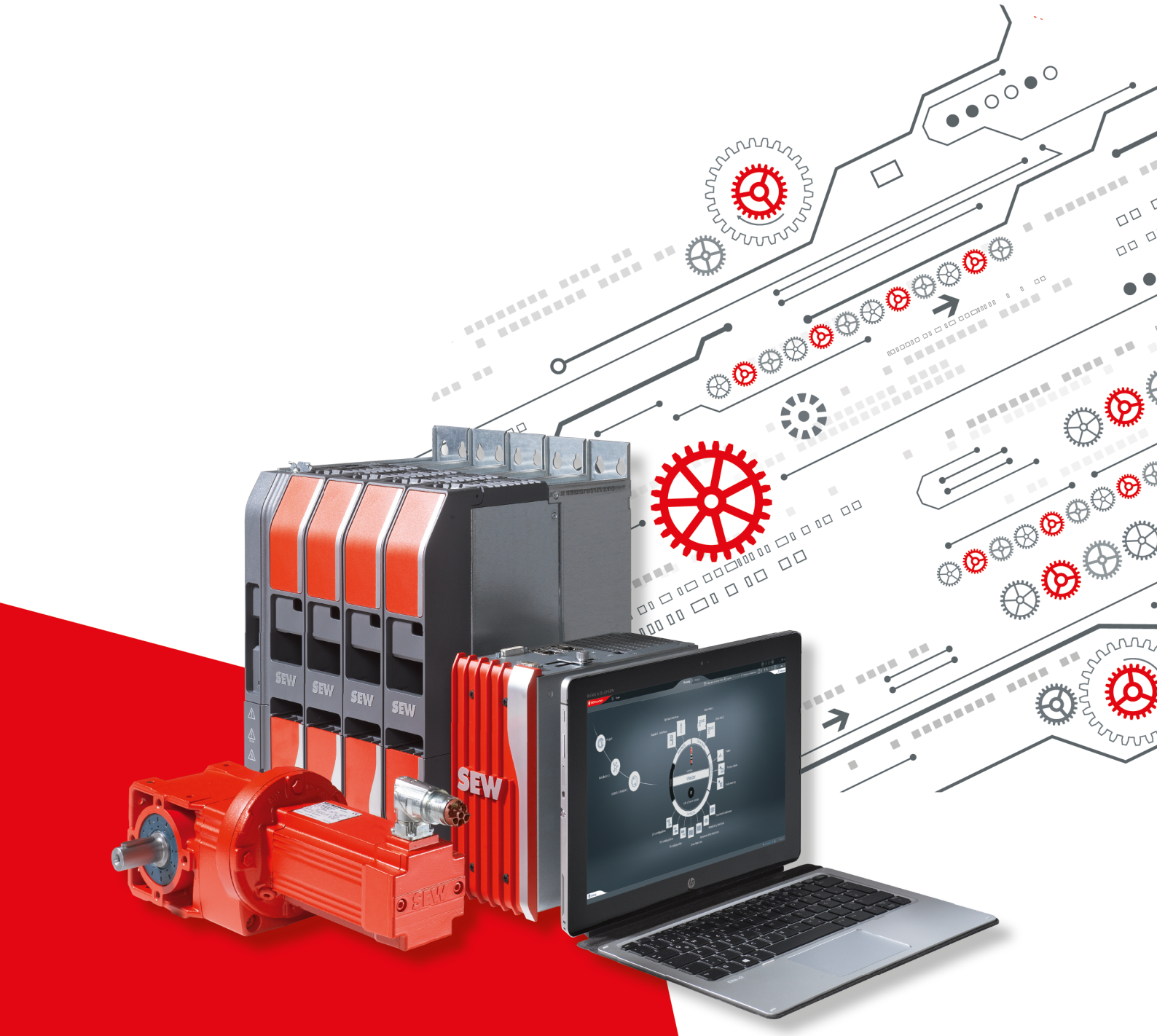
- Nowe maszyny i technologie
- Poprawa bezpieczeństwa
- Napędy i silniki
- Systemy sterowania procesami i układami
- Urządzenia pomiarowe i czujniki

Ogłoszenie wyników konkursu oraz wręczenie nagród i wyróżnień odbędzie się podczas Międzynarodowych Targów AUTOMATICON 2021.

Więcej na **www.nis.com.pl**

SEW EURODRIVE 25 LAT W POLSCE

BEYOND - zawsze ponad standard



www.sew-eurodrive.pl/25